



**63. Országos Fizikatanári Ankét és  
Eszközbemutató  
Vác, 2021. október 22 - 25.**



***Hogyan okozhat földrengéseket a klímaváltozás?***

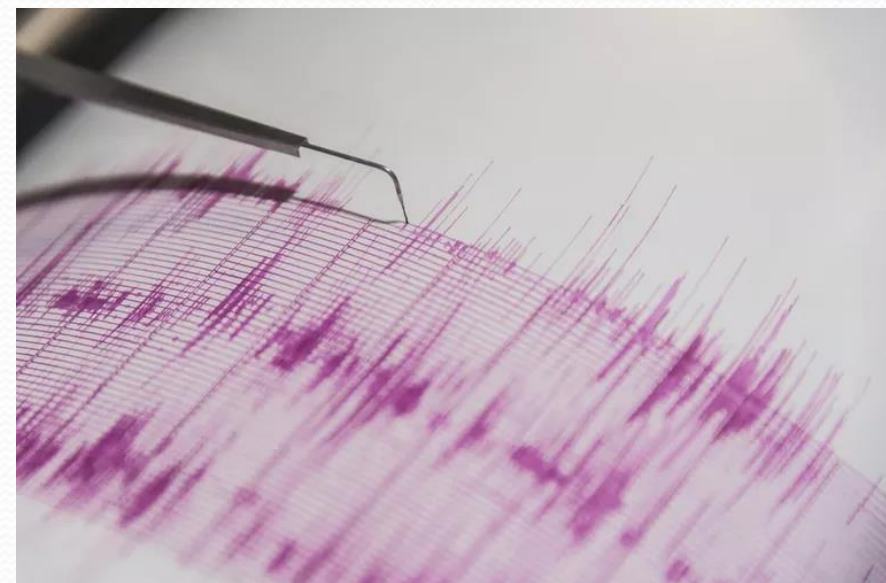
***Dr. Kiszely Márta ELKH FI ([kiszely.marta@epss.hu](mailto:kiszely.marta@epss.hu))  
Földfizikai és Űrtudományi Kutatóintézet  
Kövesligethy Radó Szeizmológiai Obszervatórium***





**Obszervatórium feladatai**  
**Alapfogalmak – demonstrációs ötletek**  
**Szeizmológia az Iskolában program**

**Hogyan okozhat földrengéseket a  
klímaváltozás?**





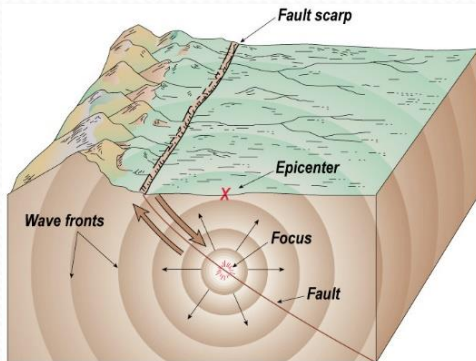


# ***Az Obszervatórium feladatai***

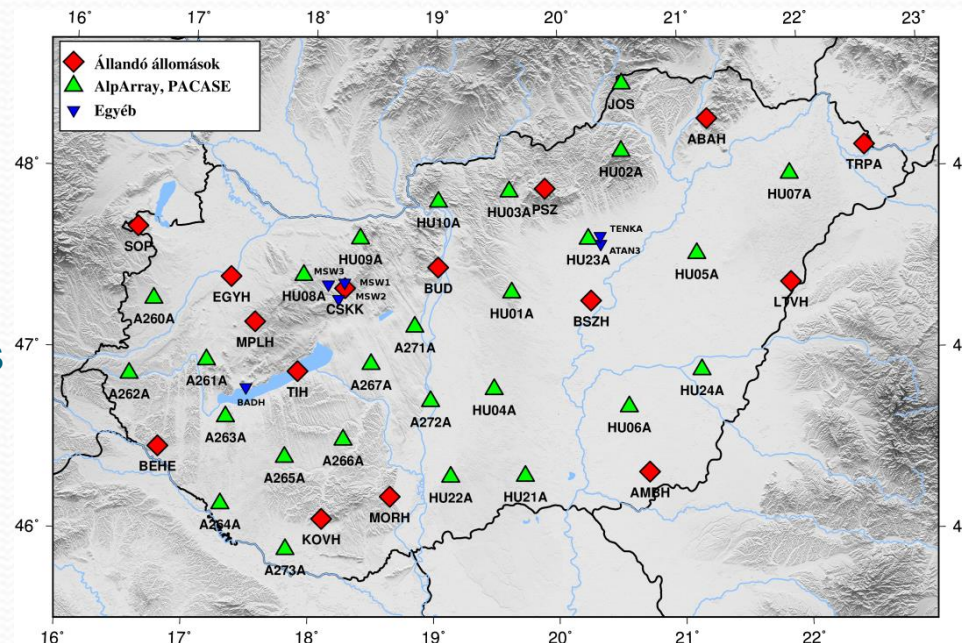


# Obszervatórium feladatai ([www.seismology.hu](http://www.seismology.hu))

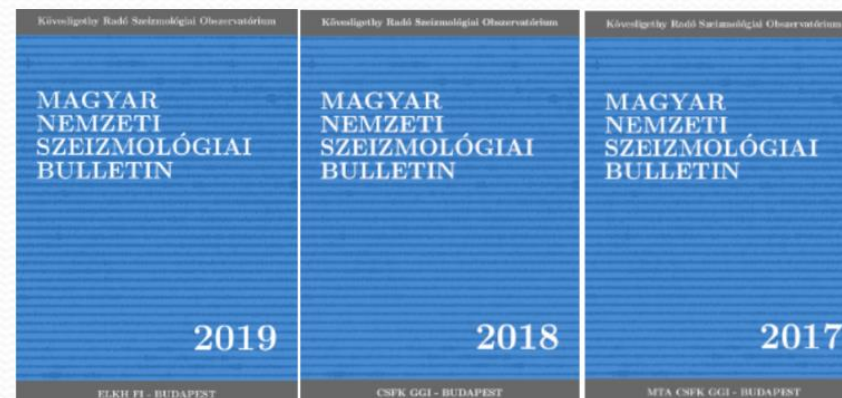
- 24 órás ügyelet
- Földrengés esetén azonnali tájékoztatás (OKF, MTI)
- Lakosság által beküldött kérdőívek kiértékelése
- Mikroszeizmikus adatgyűjtés
- Oktatás, továbbképzés
- Szakvélemények



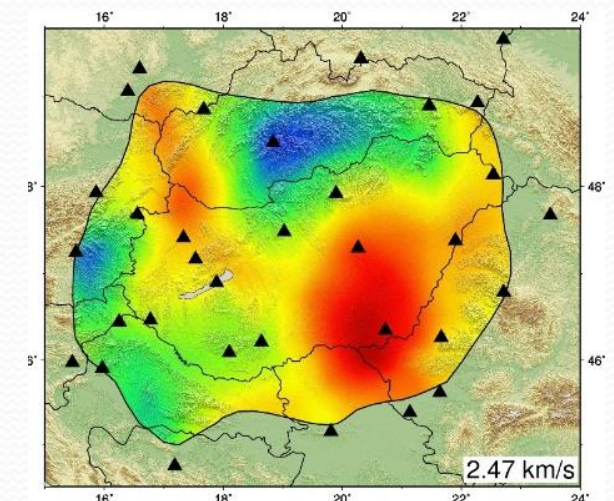
- Földrengésforrások kutatása
- Magnitúdó, fészekmélység
- Hipocentrum, fészekmechanizmus



- Állomáshálózat (15 állandó +26 projekt + 7 ideiglenes)
- Éves Bulletinek kiadása
- Antropogén, robbantásos események kiszűrése
- Szeizmicitás, földrengés-veszélyeztetettség
- Történelmi rengések kutatása



Szerkezetkutatás





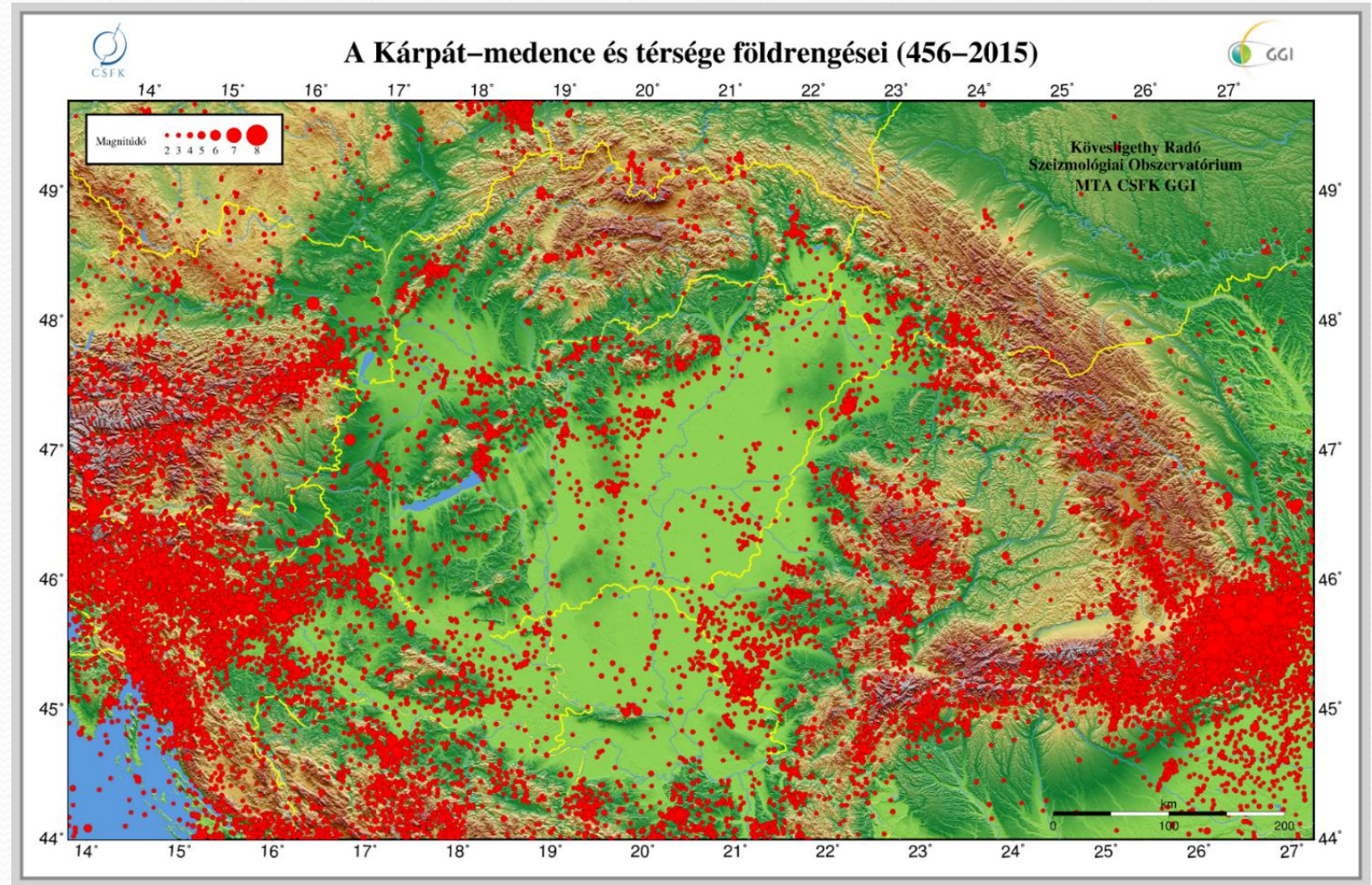
# Obszervatórium feladatai ([www.seismology.hu](http://www.seismology.hu))



1763. Komárom (M=6.2)

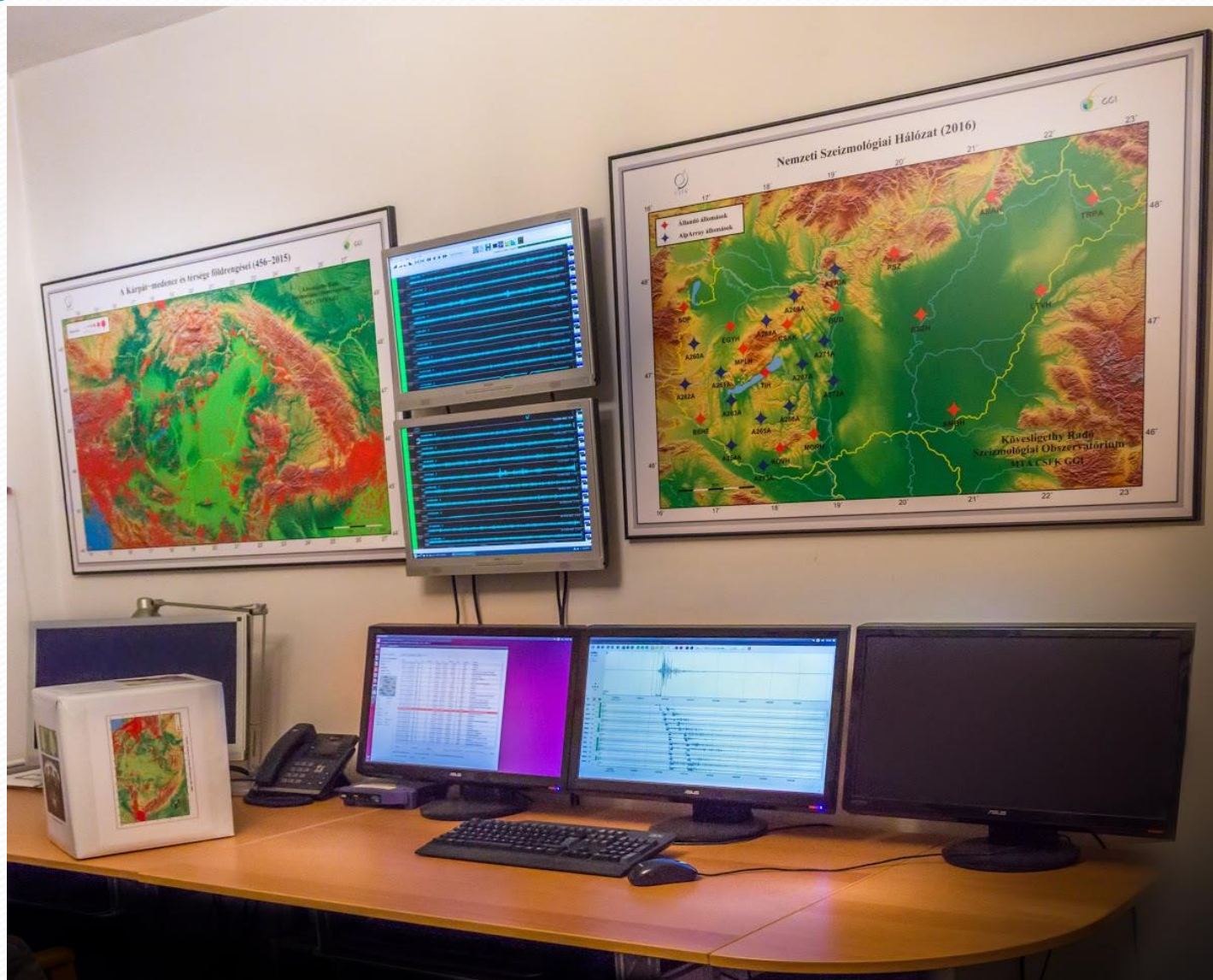


1956. Dunaharaszti (M=5.6)





# Valós időben elérhető állomások feldolgozása



- Seismological Communication Processor
- Szeizmológiai szoftver: adatgyűjtést, adatok továbbítását és interaktív feldolgozást tesz lehetővé automata esemény felismeréssel
- Alapja a SeedLink adatátviteli protokoll, ami egy világméretű szabvány.
- A szoftvert sok országban használják, pl. Indonéziában és Indiában cunami riasztásra.

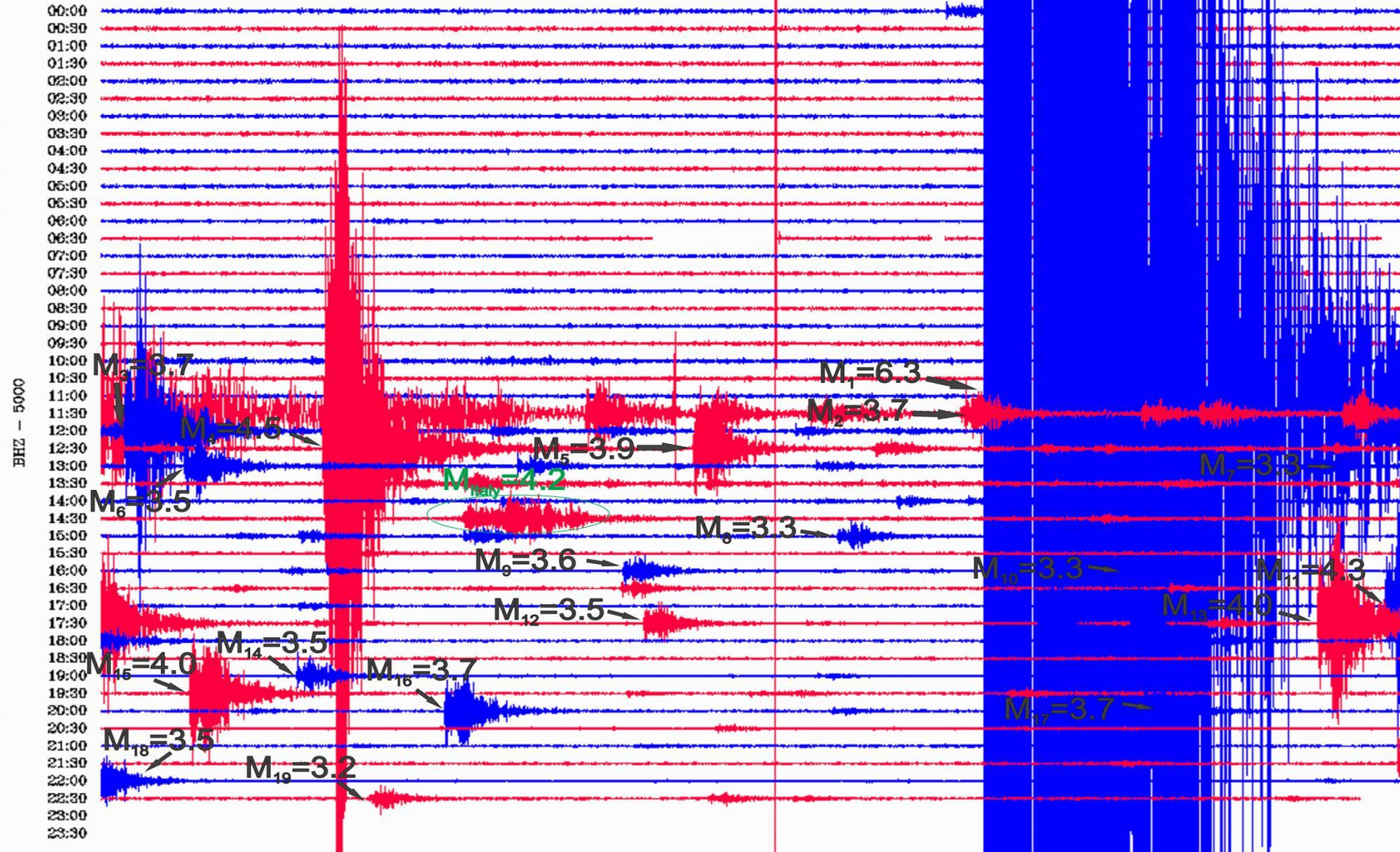


# Petrinja M=6,3 2020.12.29

KRSZO\_Station\_BEHE\_(Becsehely)

2020-12-29

Applied filter: WWSSN-SP





## ***Alapfogalmak – demonstrációs ötletek***

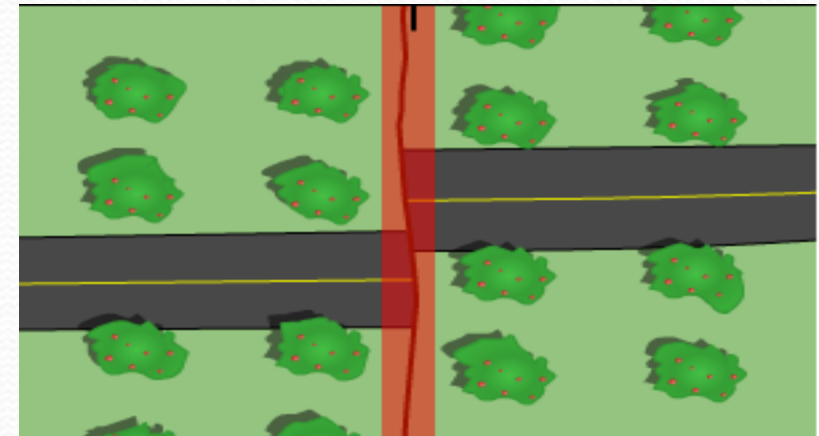
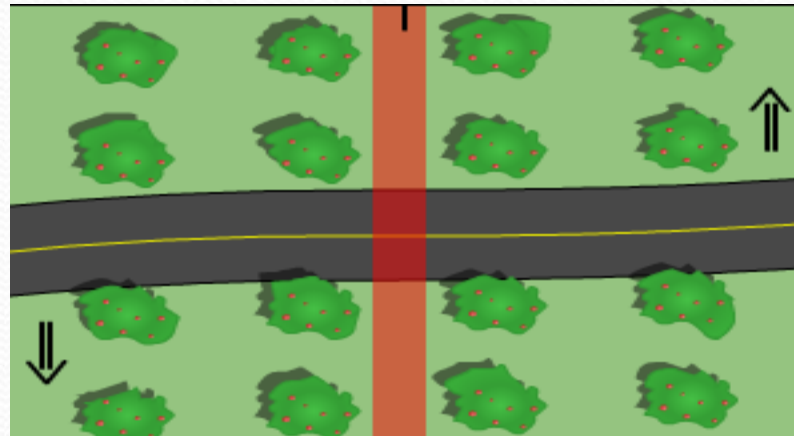
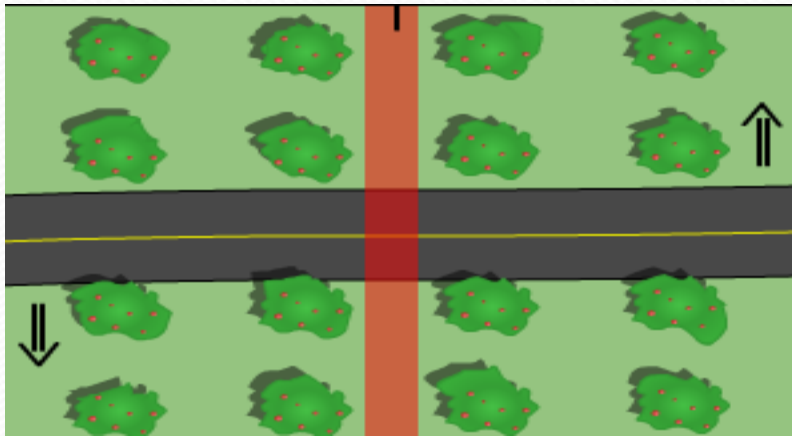




# Mi a földrengés?



*A földrengés a Föld felszínének hirtelen rázkódása, amely a Föld szilárd burkát alkotó kőzetekben felhalmozódott feszültség által okozott törés illetve hirtelen elmozdulás következménye.*

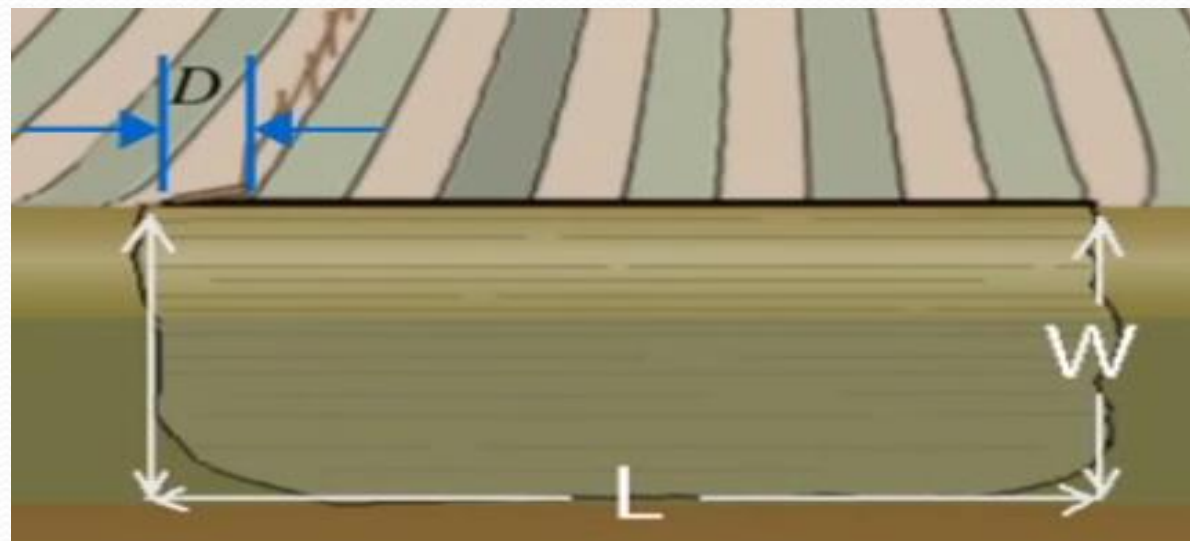




# Magnitúdó

| A felszabadultt energia |                                  |
|-------------------------|----------------------------------|
| Magni-<br>túdó          | A felszabadult<br>energia TNT kg |
| 8                       | 15,000,000,000                   |
| 7                       | 476,000,000                      |
| 6                       | 15,000,000                       |
| 5                       | 476,000                          |
| 4                       | 15,000                           |
| 3                       | 476                              |
| 2                       | 15                               |

32x



| M | L(km) | W (km) | D(cm) |
|---|-------|--------|-------|
| 4 | 1     | 1      | 2     |
| 6 | 15    | 9      | 20    |
| 8 | 150   | 70     | 250   |

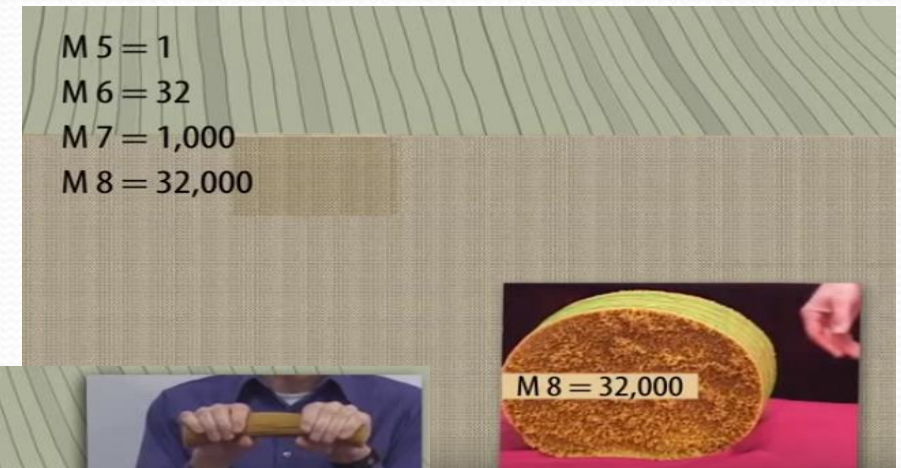
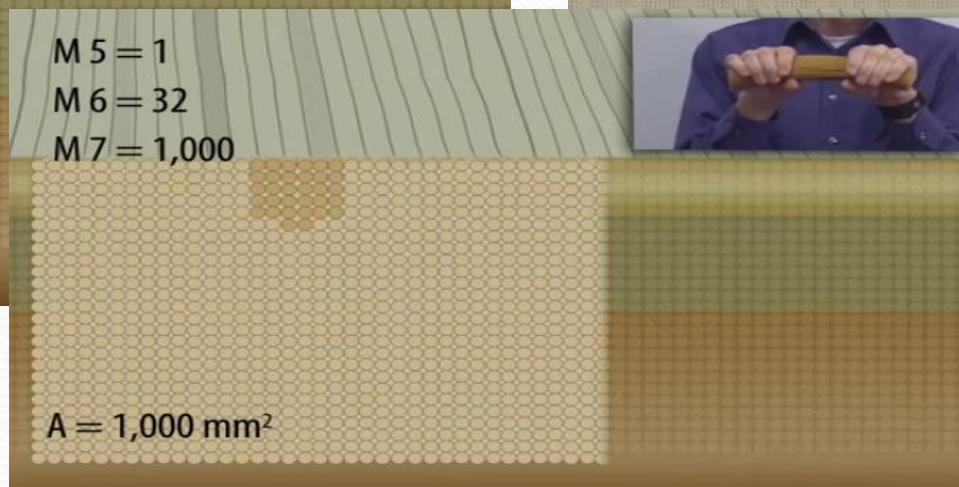
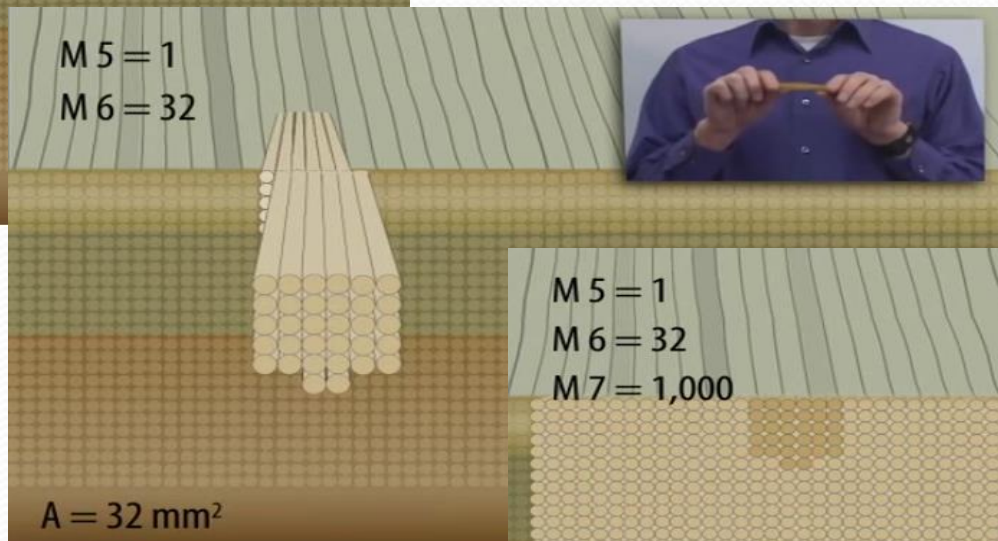
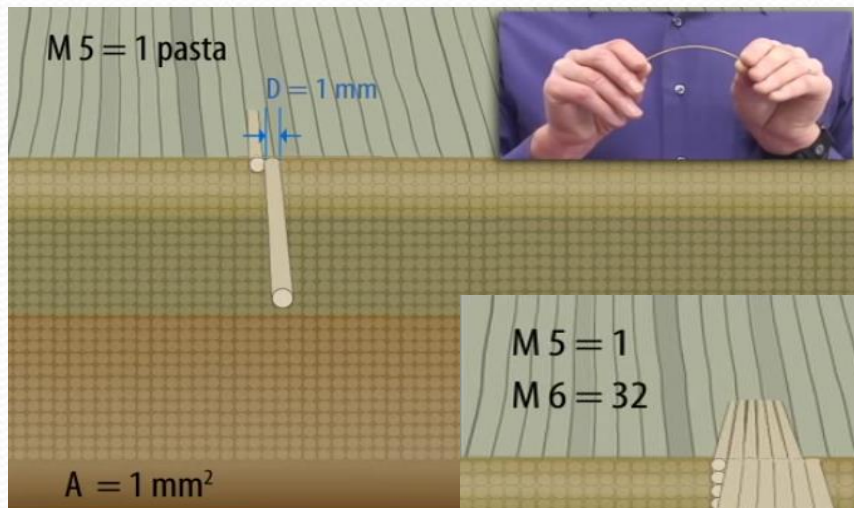




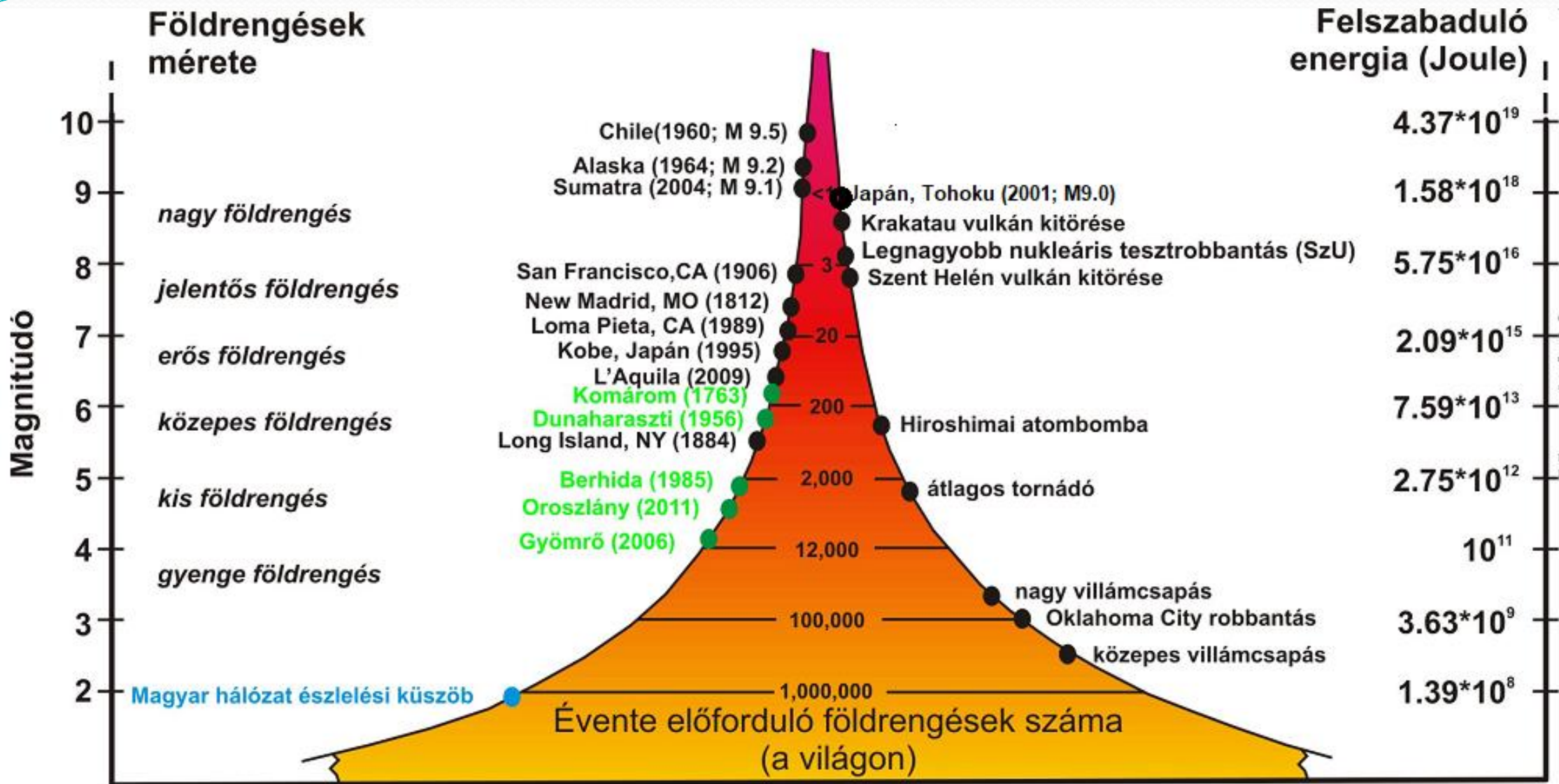
- 1999 aug. 17 Izmit,  $M=7,4$ ; 2,6 m
- A 2004. december 26-i szumátrai rengés esetében a törési felület 1200 km hosszú, 100 km mély volt, az elmozdulás pedig 15 m



# Magnitúdó “Spagetti rengés”

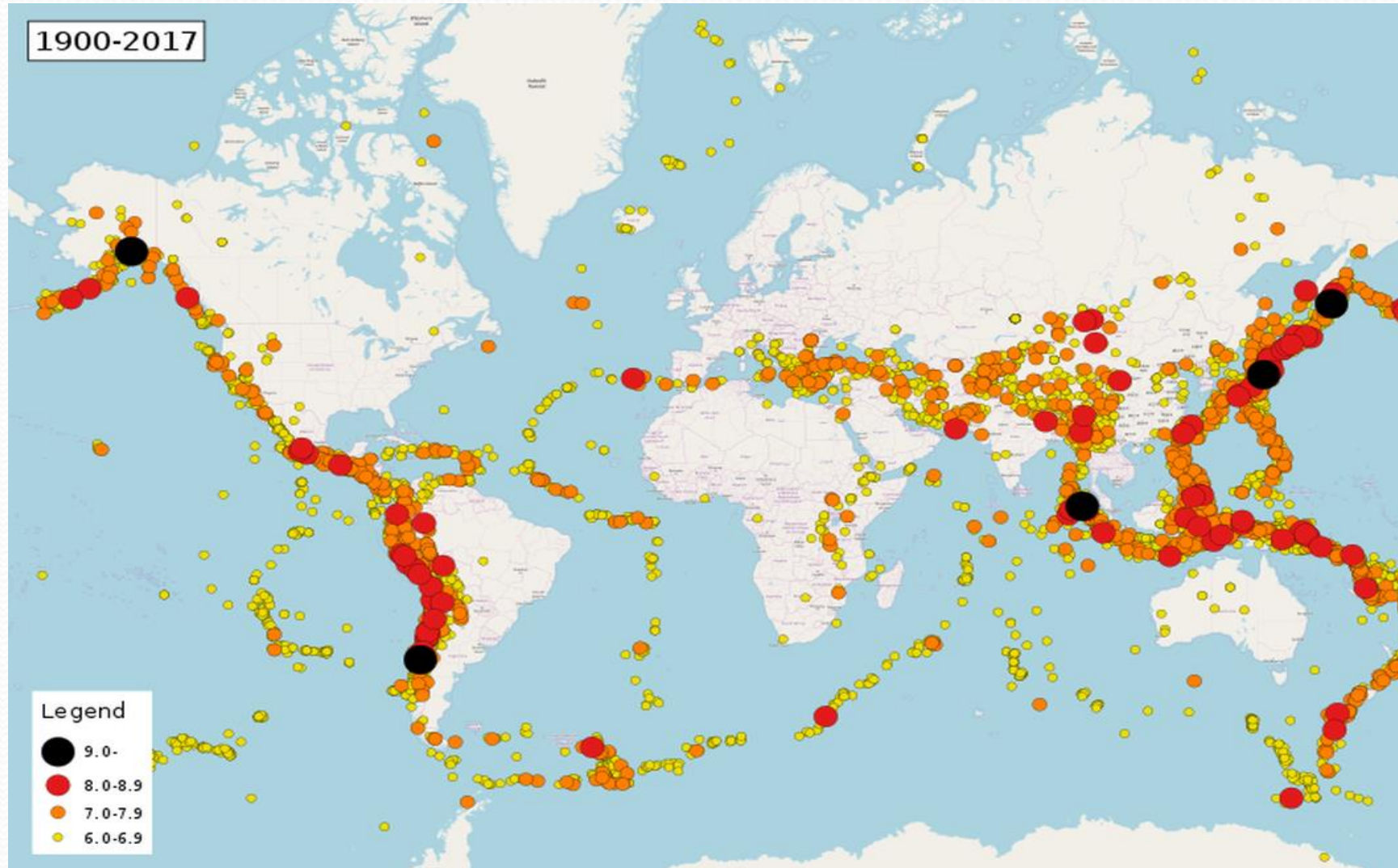




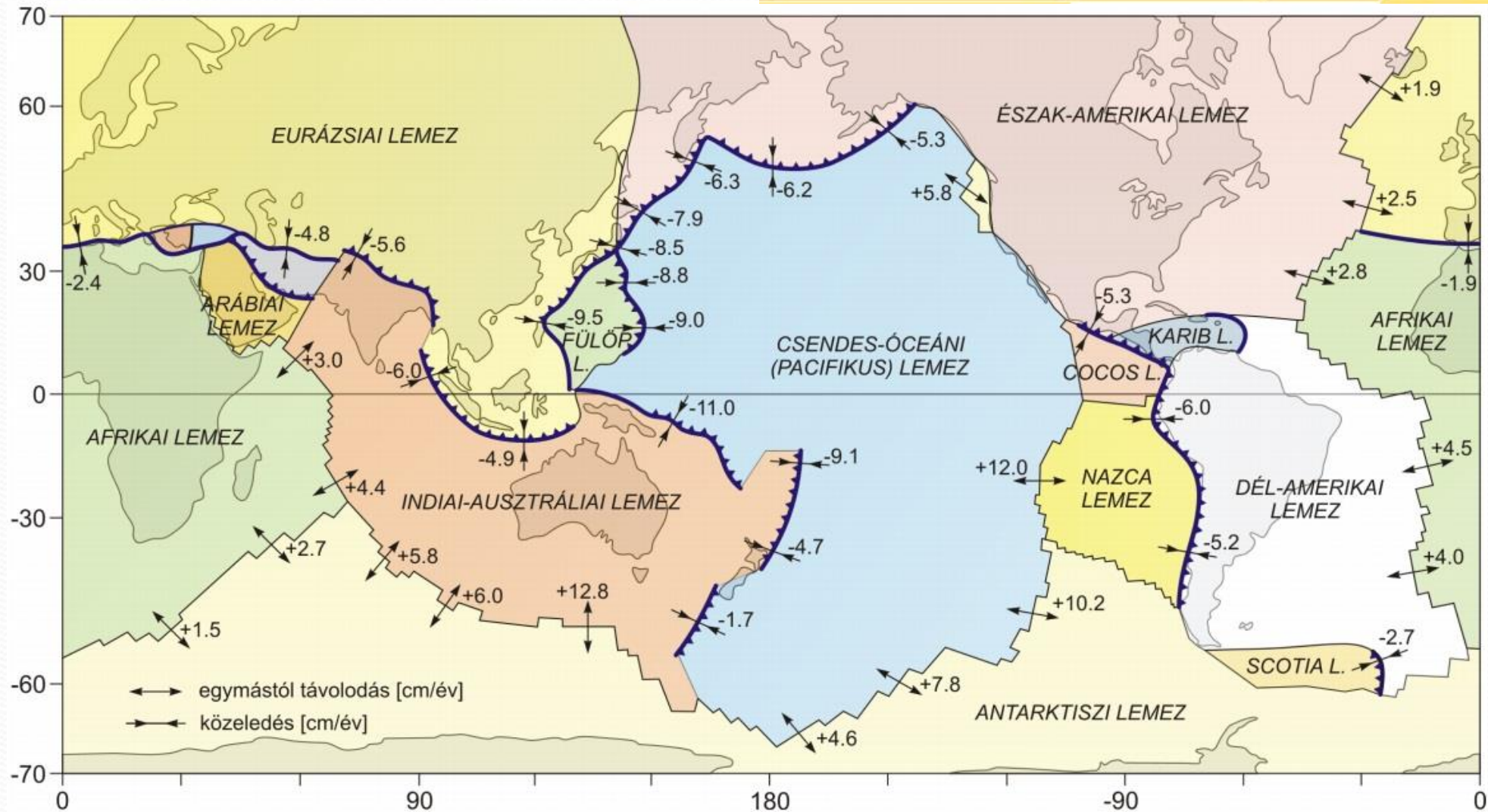




# *Hol keletkeznek?*

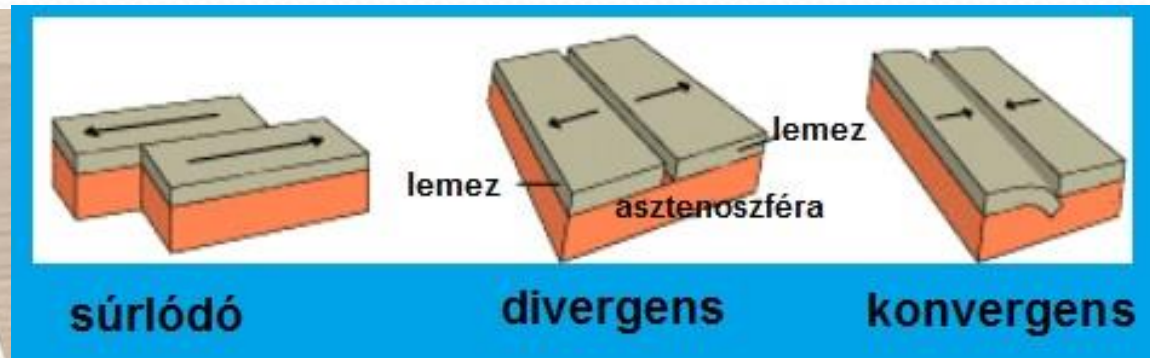








# Demonstráció

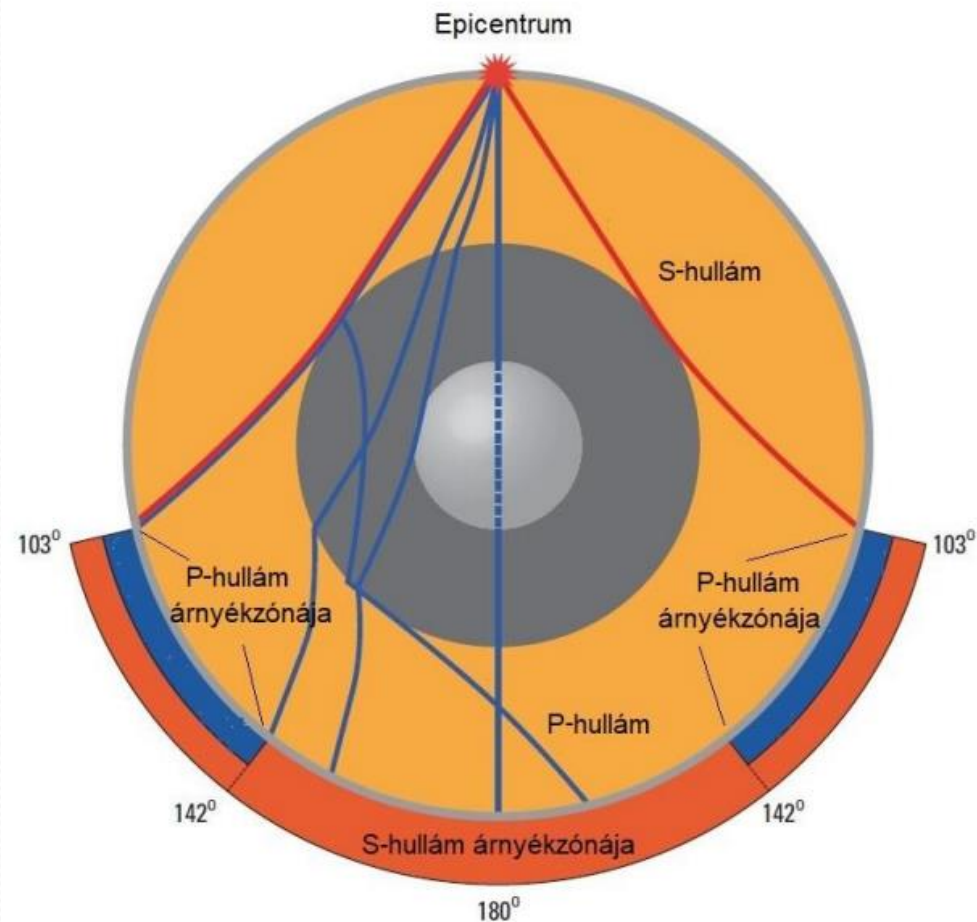
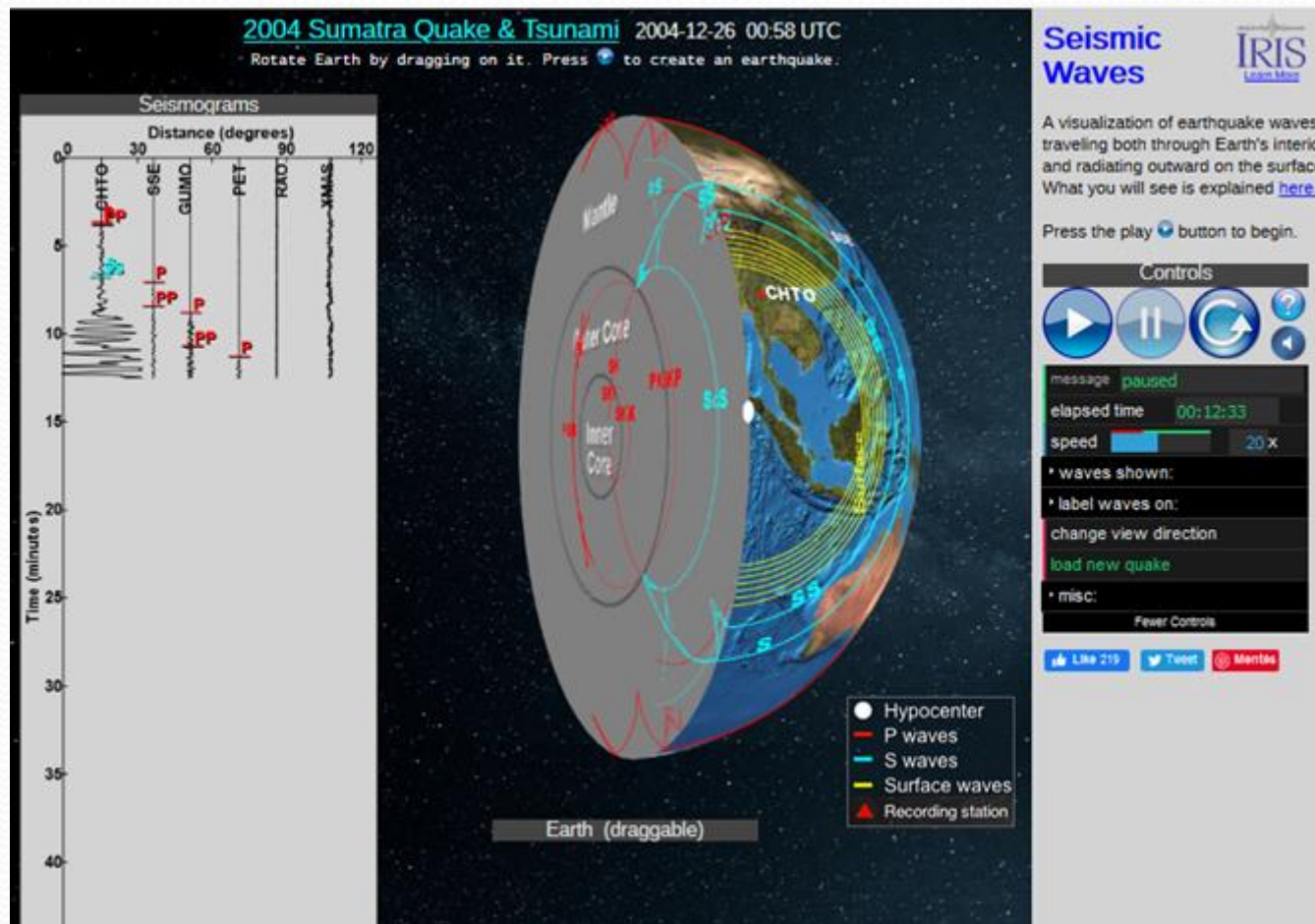


- *Litoszféra (keksz) szilárd, vastagsága kevesebb mint 100 km.*
- *Asztenoszféra (lekvár) vastagsága 200 km. A földköpeny felső, folyékony magmából álló része. Ezen úsznak a kőzetlemezek.*



# Miről árulkodnak a rengéshullámok?

<http://ds.iris.edu/seismon/swaves>





***Szilárd közegben P-hullám***

***Folyékony közegben P-hullám***



***Szilárd közegben S-hullám***

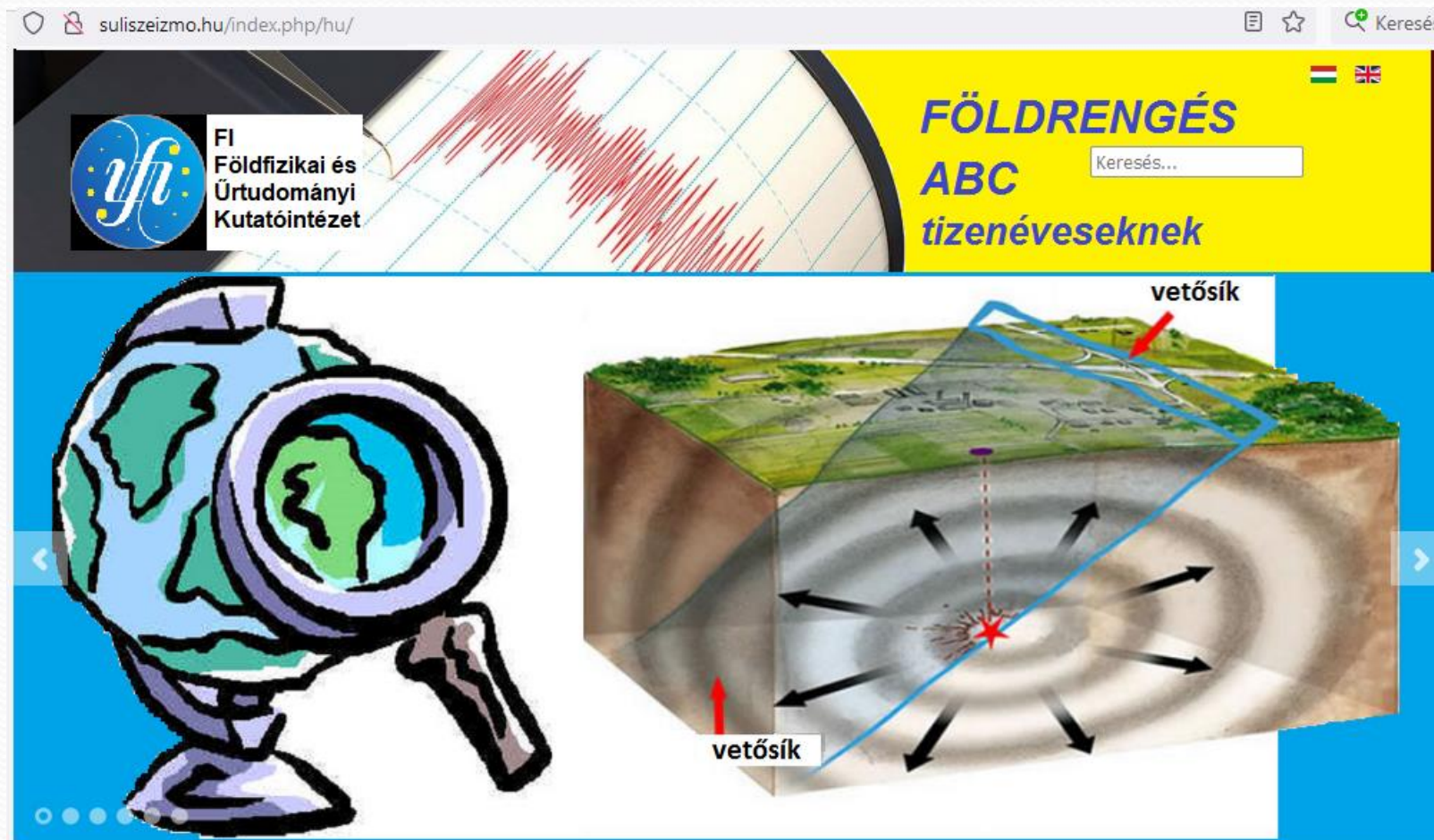
***Folyékony közegben S-hullám***





# Szeizmológia az Iskolában program

[www.suliszeizmo.hu](http://www.suliszeizmo.hu)





## Főmenü

Szeizmológia az iskolában

Kapcsolat

Megközelítés

Mi a földrengés?

Földrengések a mítoszokban

Vetők legfontosabb típusai

Miről árulkodnak a földrengések?

Földrengés keletkezik!

Gutenberg-Richter törvény

Szeizmométerek

Leggyakrabban hol pattannak ki földrengések?

A szeizmikus hullámok szemléltetése

Az Amaseis és jAmaSeis program

A suliszeizmográfok adatainak a kezelése

Földrengést látunk!

A honlapról

Források, linkek

Köszönetnyilvánítás

Képtaláléka

Ön itt van: Kezdőlap

## A SZEIZMOLÓGIA AZ ISKOLÁBAN program célja

Találatok: 1084

Célunk, hogy a földtudományok népszerűsítésében Magyarországon is elinduljon egy nemzetközileg már sok helyen sikeresen alkalmazott program: a SZEIZMOLÓGIA AZ ISKOLÁBAN.

Ez a honlap a középiskolások és tanáraik számára a szeizmológia alapjait és az iskolai használatra kifejlesztett "Suliszeizmográf / School seismograph" működését és ezekhez kapcsolódó szemléltető videókat és ismereteket tartalmazza. A kísérleti programok tapasztalata szerint a tanulók egyre elkötelezettebbek lesznek, és sokkal többet tanulnak egy-egy témakörből ha látják, hogy a tudomány hogyan tükröződik a valóságban, a saját életükben. Távlati cél hogy áthidaljuk a szakadékot tudomány és a tanterem között, és létrehozunk egy Magyarországon használható segédanyagot a földrengésekről. Nagy hangsúlyt helyeztünk az egyszerű demonstrációk bemutatására, és más interneten letölthető látványos illusztrációkra, magyarázatokra.

Sok évtizedes nemzetközi tapasztalatokra támaszkodva állíthatjuk, hogy a csillagászat mellett a földrengések is kiváló „vivőfrekvenciája” a szokásos természettudományos tantárgyaknak, hiszen számos olyan területe van, amellyel nagyon könnyű felkelteni a fiatalok érdeklődését, ismeretanyagába pedig természetes módon szövődnek bele a matematikai, fizikai, földrajz és a számítógépes ismeretek is. A földrengések ereje lenyűgözi a gyerekeket! Ez a projekt ezt a természetes érdeklődést kihasználva a földrengések kapcsán egy sor alapvető tantárgyat érint. A különböző korosztályoknak megfelelő program állítható össze. Egyszerű és olcsó anyagokkal is megoldható sokféle szemléltető modell. Számos európai országban valamint Ausztráliában és az Egyesült Államokban már a tanterv része a földrengések ismerete, és sikeresen működik a program. Szerteágazó kapcsolat létesíthető más iskolákkal is. A földrengések megfigyelése nagyon egyszerű a suliszeizmográfal, ami pályázatok segítségével szerezhető be. A diákok aktívan részt vesznek a földrengések észlelésében, és két fő területen fejlesztetik a készségeiket: számítógépes ismeretek és geotudományok.



# A SZEIZMOLÓGIA AZ ISKOLÁBAN program célja

- A földrengések megfigyelése nagyon egyszerű a suliszeizmográfal. Mindenki részt vehet a földrengések észlelésében, és több területen fejleszthetik a készségeiket: számítógépes ismeretek és geo-tudományok, kommunikáció.
- Valós eseményt ismerhetnek meg a valós időben, amit megfigyelni, elemezni és értelmezni kell.
- A megfigyelt földrengés helyét meg kell keresni a térképen, a hírekben utánanézni, hogy mit okozott, mi történt.
- Regisztrálni képes egy legalább  $M=3,5$  földrengést 150 km-en belül, és a világon bárhol kipattant  $M>6,5$  erősségű földrengést.





# Stations

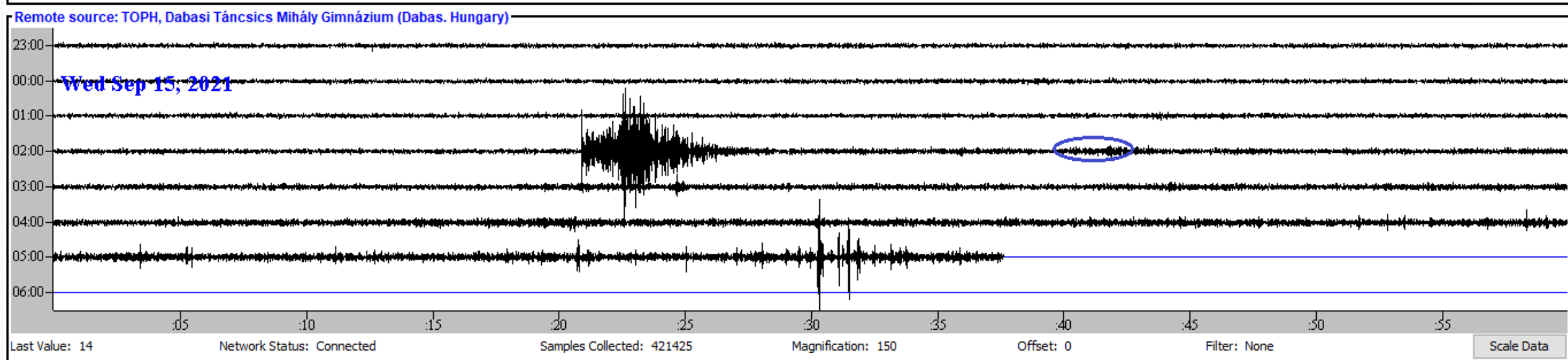
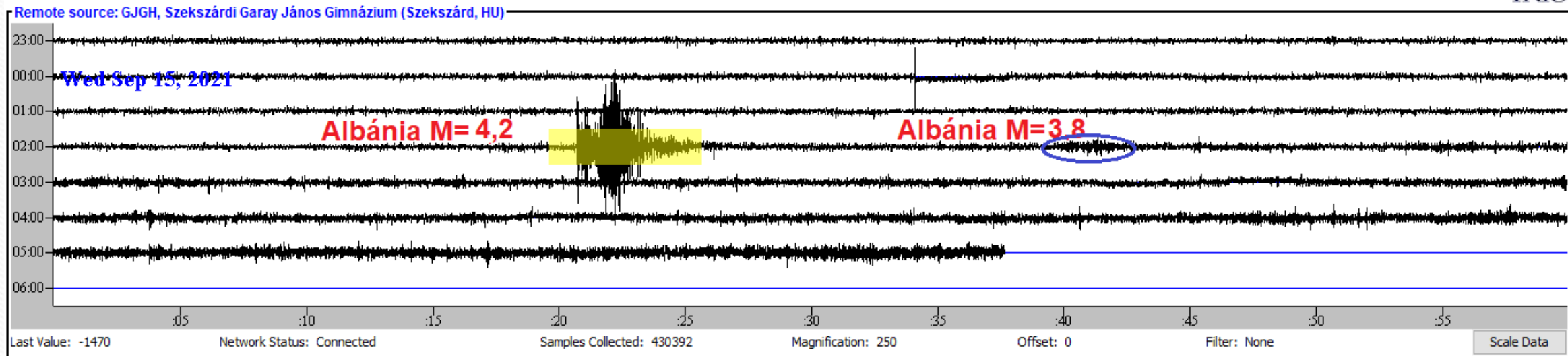
All Stations▼

By Network▼

Realtime▼

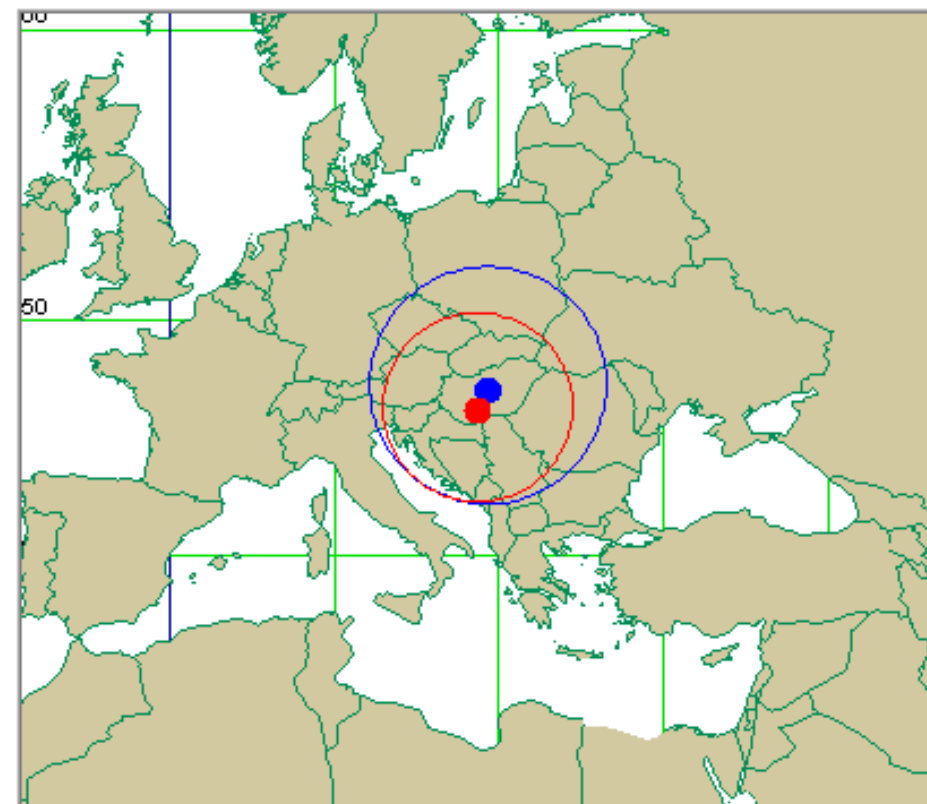






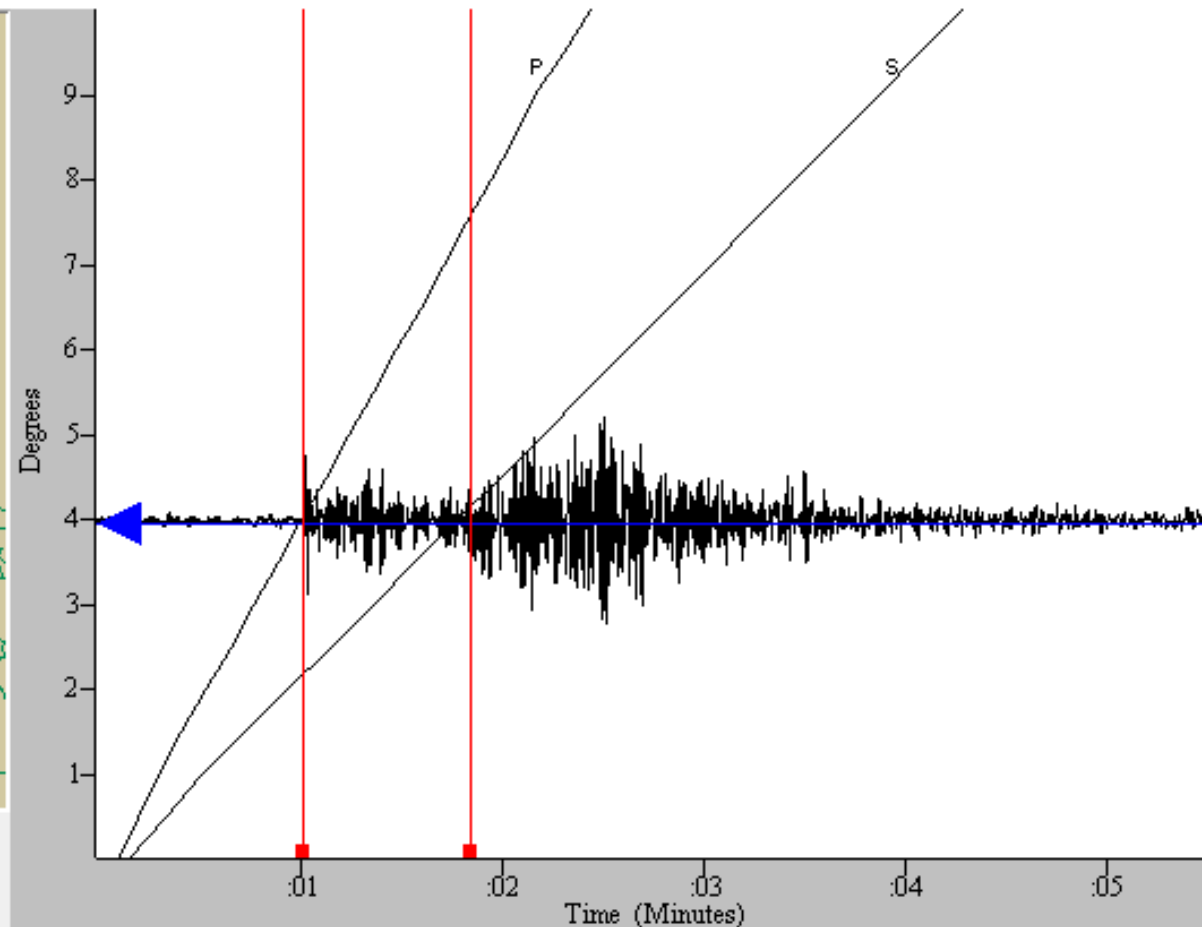


# Event View



Reset Center

Reset Zoom



| Station ID | Station Name           | Location       | Lat/Lon        | Distance       | Magnitude    | Filter | Start Time       | Device Type |
|------------|------------------------|----------------|----------------|----------------|--------------|--------|------------------|-------------|
| GJGH       | Szekszárdi Garay J...  | Szekszárd, HU  | (46.35, 18.7)  | 3.97°440.50 km | Not Computed | None   | 09/15/2021 02:19 | EQ-1        |
| TOPH       | Dabasi Táncsics Mih... | Dabas, Hungary | (47.19, 19.32) | 4.88°542.26 km | Not Computed | None   | 09/15/2021 02:19 | EQ-1        |



# *Hogyan okozhat földrengéseket a klímaváltozás?*



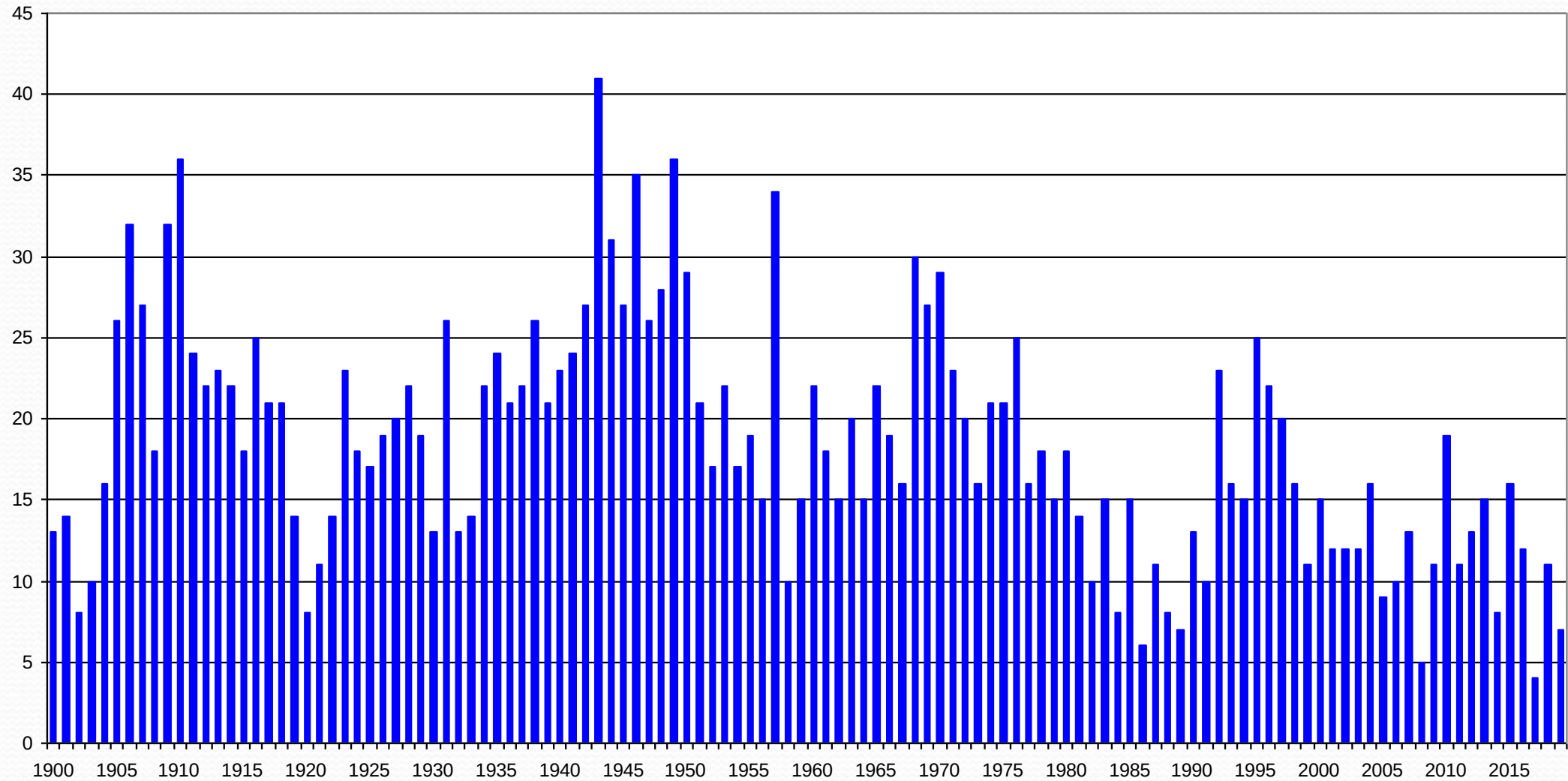


# Hogyan okozhat földrengéseket a klímaváltozás?

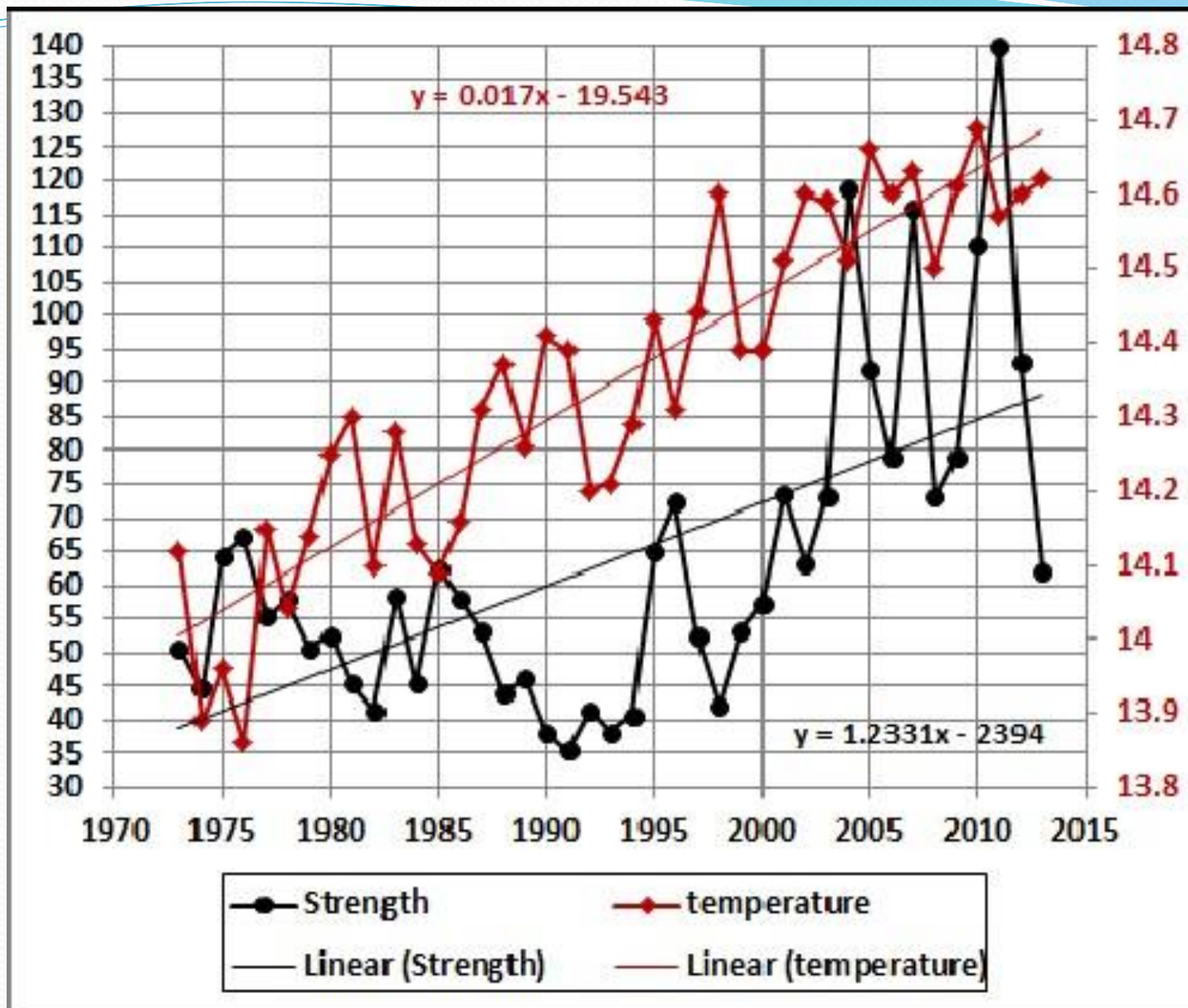
- **Arisztotelész görög filozófus szerint létezik „földrengési időjárás” - bizonyos időjárási viszonyok jellemzően megelőzik a földrengéseket. Szerinte a földrengéseket földalatti barlangokba rekedt szél okozza, amikor az felszakítja a föld felszínét.**
- **A tektonikus földrengéseket a Föld belső hője okozza, amely mozgatja a lemezeket. A földrengések km-kel a felszín maximum kb. 600 km alatt fordulnak elő, ahol a termikus rendszert teljes mértékben a bolygónk mélyebb részeiből felfelé áramló hő irányítja. A felszíni időjárásának nincs hatása ilyen mélyen.**
- **Nincs korreláció a napi időjárás és a szeizmikus aktivitás között**
- **Az **éghajlatváltozás** azonban rengést kiváltó tényező lehet.**
- **A kérdés az, hogy a megnövekedett tengerszint, a melegebb vizek vagy az éghajlatváltozás egyéb következményei befolyásolják-e valamilyen módon a földrengések gyakoriságát és erejét.**



# Van-e több rengés? $M \geq 7$

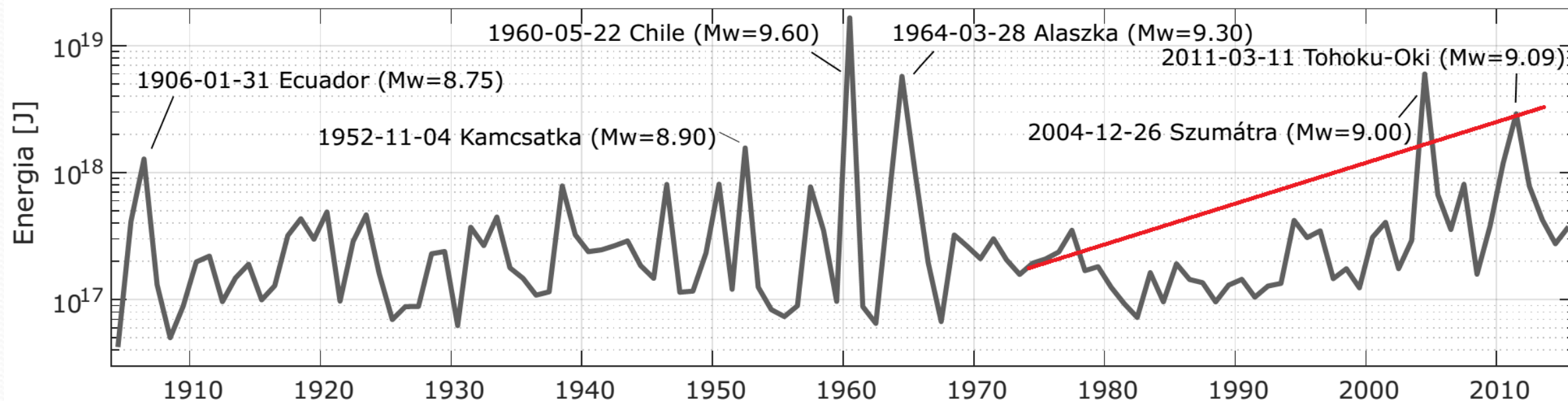








# A földrengések során felszabadult energia



*1904-2015 között az éves felszabadult energia alakulása az ISC-GEM Katalógus MW adataiból számítva. A kiemelkedően nagy energia csúcsok a viszonylag ritka ritka nagy ( $MW \geq 8$ ) földrengésekkel kapcsolatosak.*



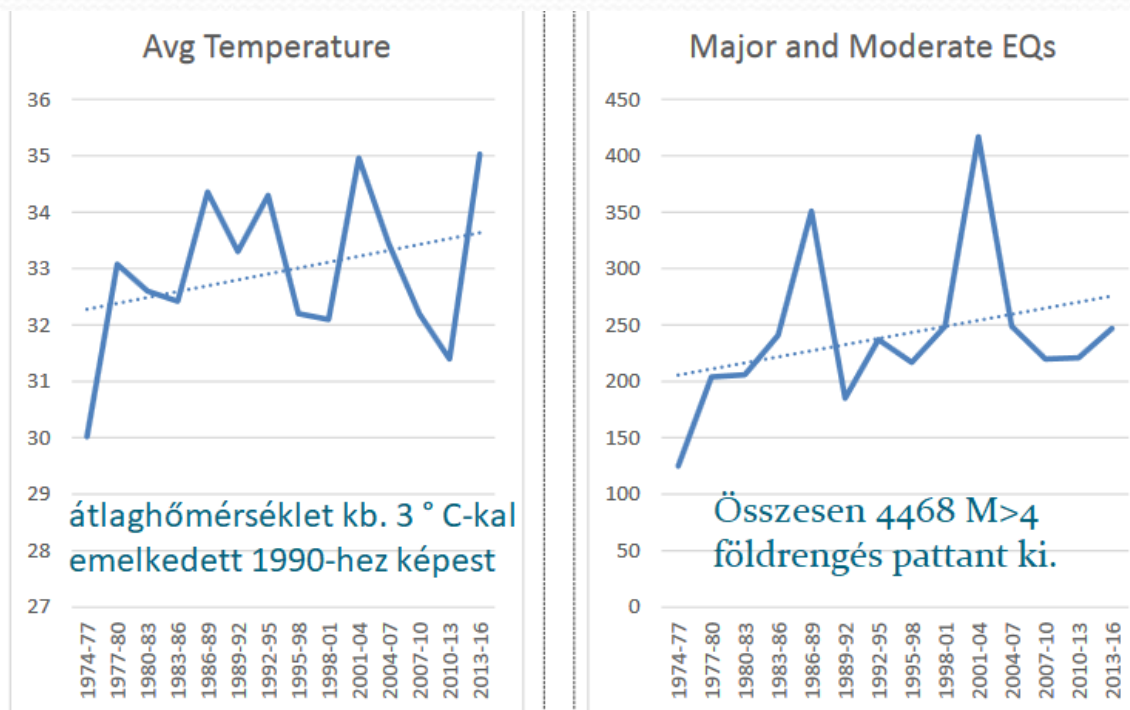
# Tengerszint változása



- Vajon a megemelkedett tengerszint okozhat-e földrengéseket? A bizonyítékok szerint **nem**.
- Az árapály jól kiszámítható ütemben naponta kétszer terheli plusz súllyal a tengerfeneket, ami sokkal nagyobb tömeg, mint a jelenlegi tengerszint emelkedés.
- Sok tanulmány összefüggést keresett a szeizmikus aktivitás és az árapály-ciklusok között; némi kapcsolat lehet apró rengésekkel. Az árapály hatása nagyobb rengések előfordulására nem bizonyított.



# A gleccserek olvadnak Alaszkában (is)



- A gleccserek megolvadnak emiatt a kéreg csökkentett terhelése növeli a szeizmikus aktivitás szintjét. A szibériai és alaszkai örökfagy területek 11 000 év után először kezdenek megolvadni. Dél-Alaszka helyenként egy kilométernyi jégtakarót veszített el.
- A gleccserek olvadása következtében megváltozott stressz még nem kezdte el befolyásolni az M>6-es erősségű földrengéseket, de a 4-5,9 közötti földrengések gyakorisága megnőtt.



# ***Viharok, hurrikánok által okozott légköri nyomáscsökkenés***

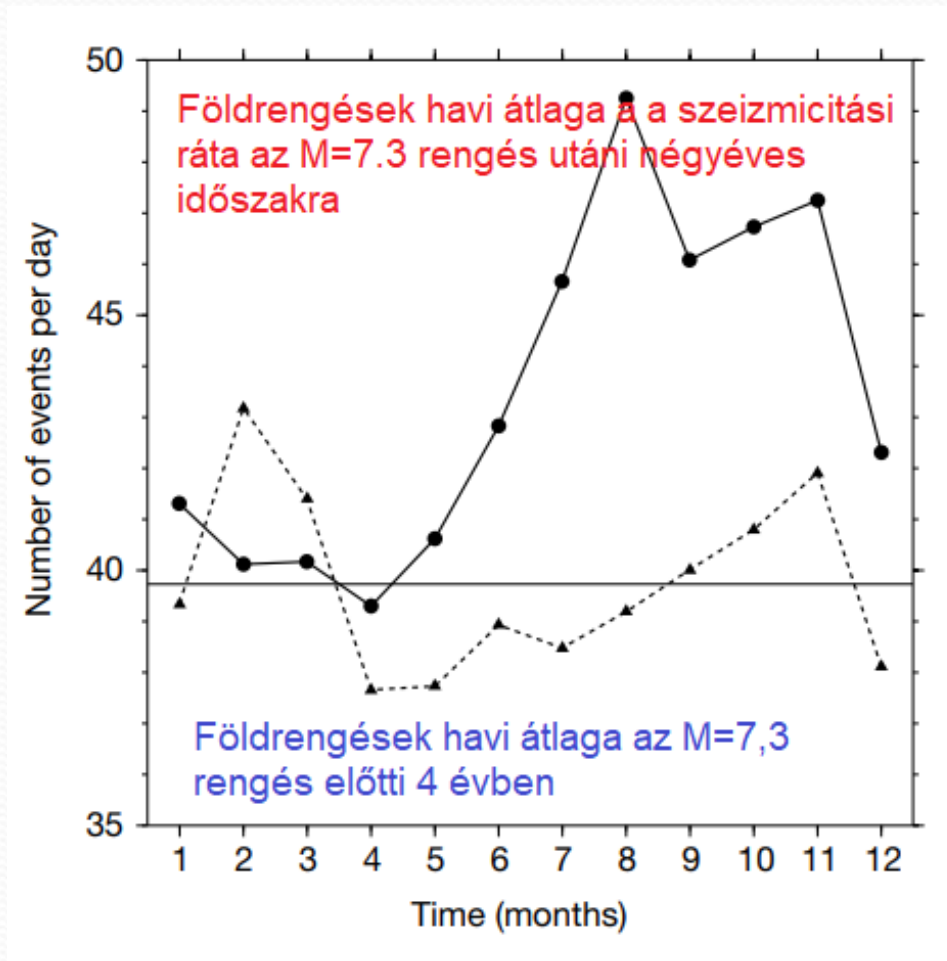
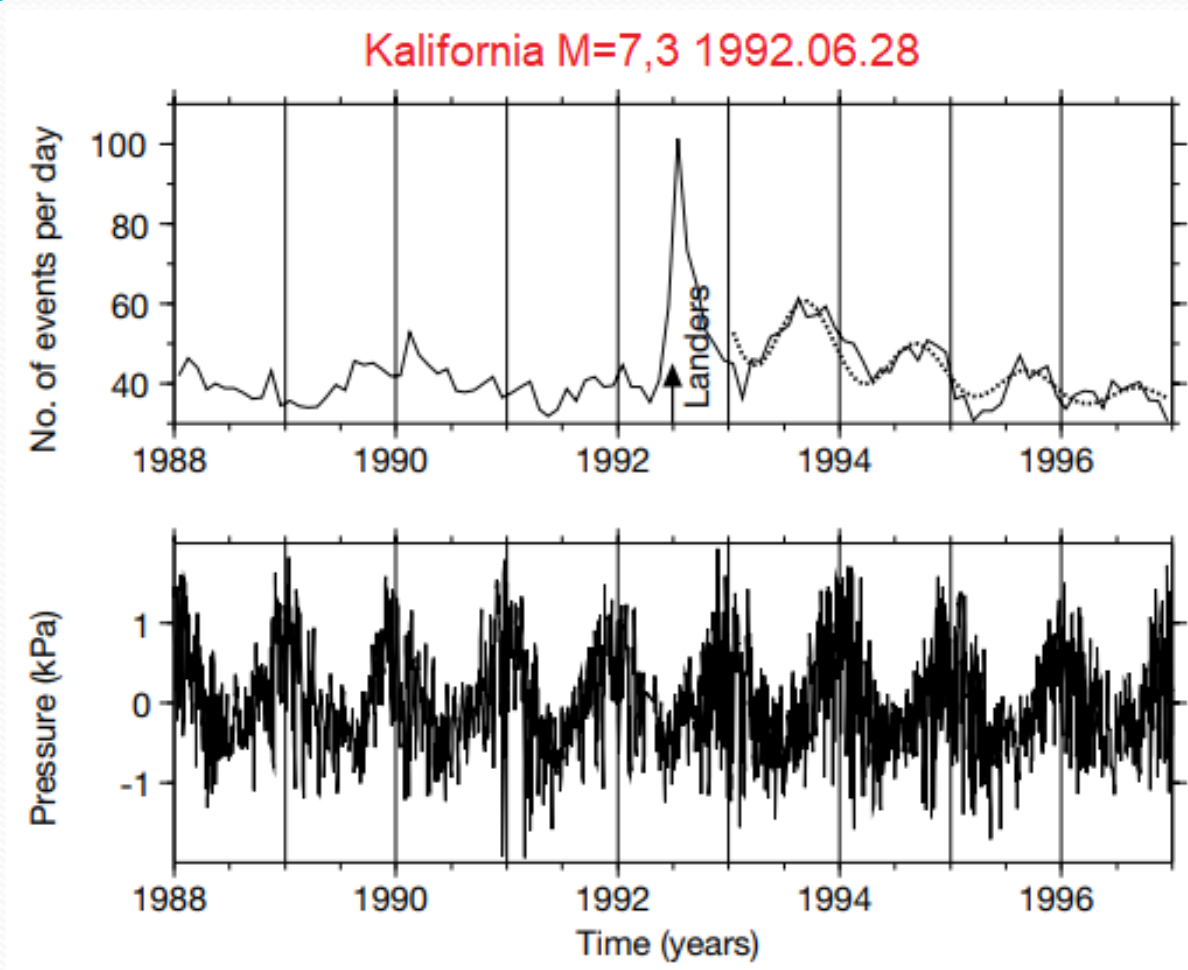
- *Az Irene hurrikán az Egyesült Államok keleti partját négy nappal a 2011-es 5,8-es erősségű földrengés után érte el.*
- *Az utó rengések aránya idővel csökken, de most ahelyett, hogy a szokásos módon lecsengtek volna, a 2011. augusztus 23-án, a virginiai Mineral közelében az utó rengések száma hirtelen megnőtt, ahogy az Irene elhaladt.*



- *A vihar mentén a keleti part felfelé haladva ahogy csökkent a légnyomás, úgy csökken a vetőn a nyomás erőssége, ami elég volt ahhoz, hogy megcsússzon a vető. Ilyen típusú vetőkön az egyik kéreg blokkja átcsúszik a másik felett.*



# Szezonális hatások

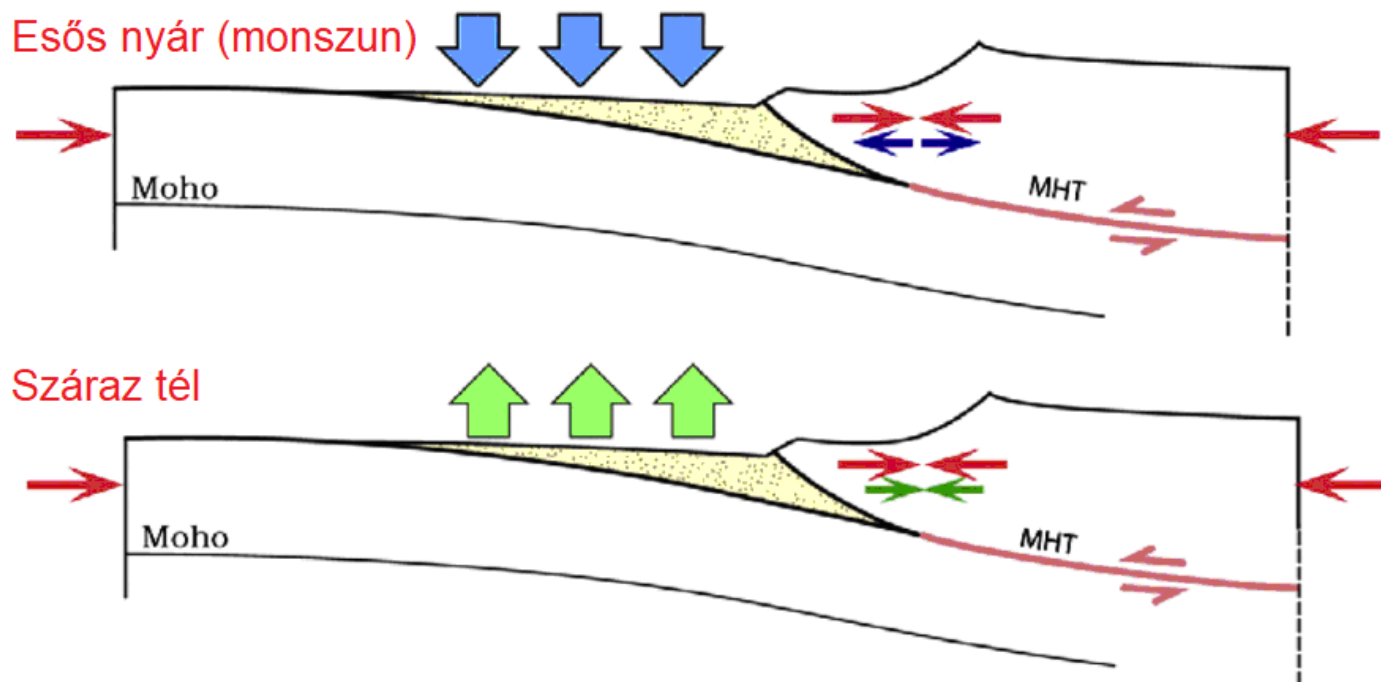


- Az 1992.06.28-i M=7,3-as kaliforniai rengést követő utórendések eloszlása a szezonális nyomásváltozás mintázatát követi.



# Monszun hatása

**Kevesebb rengés**



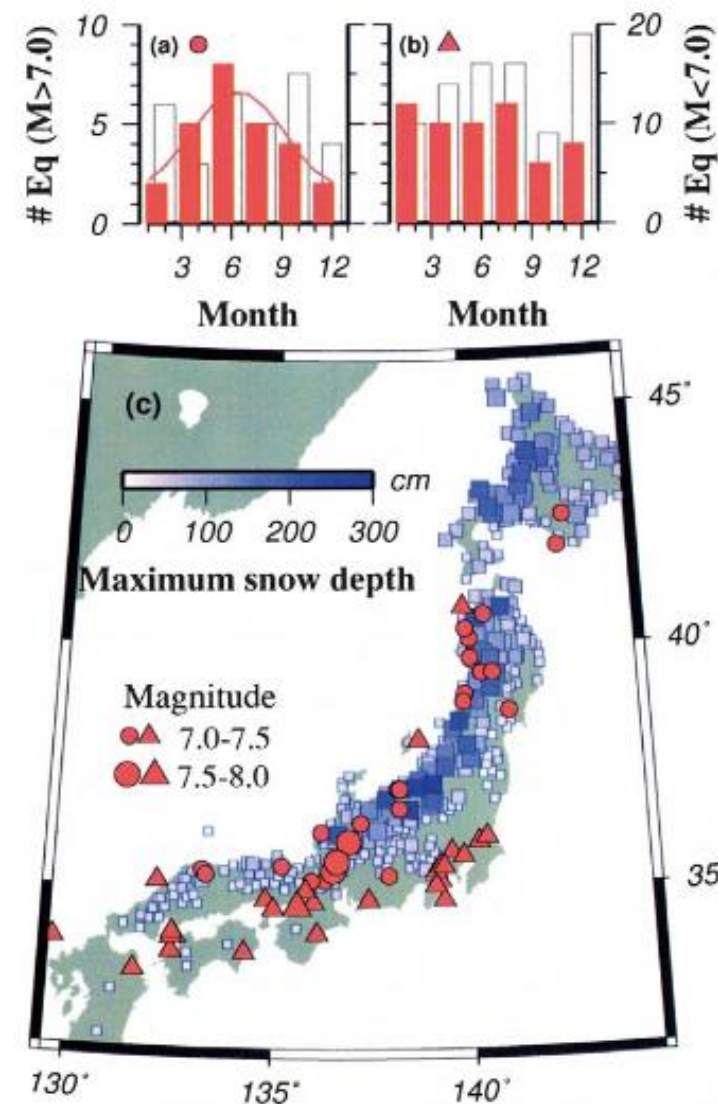
**Több rengés**

- Korrelációt találtak a Himalája mikroszeizmicitása és az éves monszun között.
- A nyári hónapokban nagy mennyiségű csapadék esik az Gangesz síkságra. Ez növeli a földkéreg terhelését és csökkenti a szomszédos Himalája mikro-földrengéseinek a számát.
- A száraz téli időszakban, amikor a síkságot kevesebb víz súlya terheli, a Himalája mikro-rengéseinek száma növekszik meg.



# Hóterhelés szezonális változása Japánban

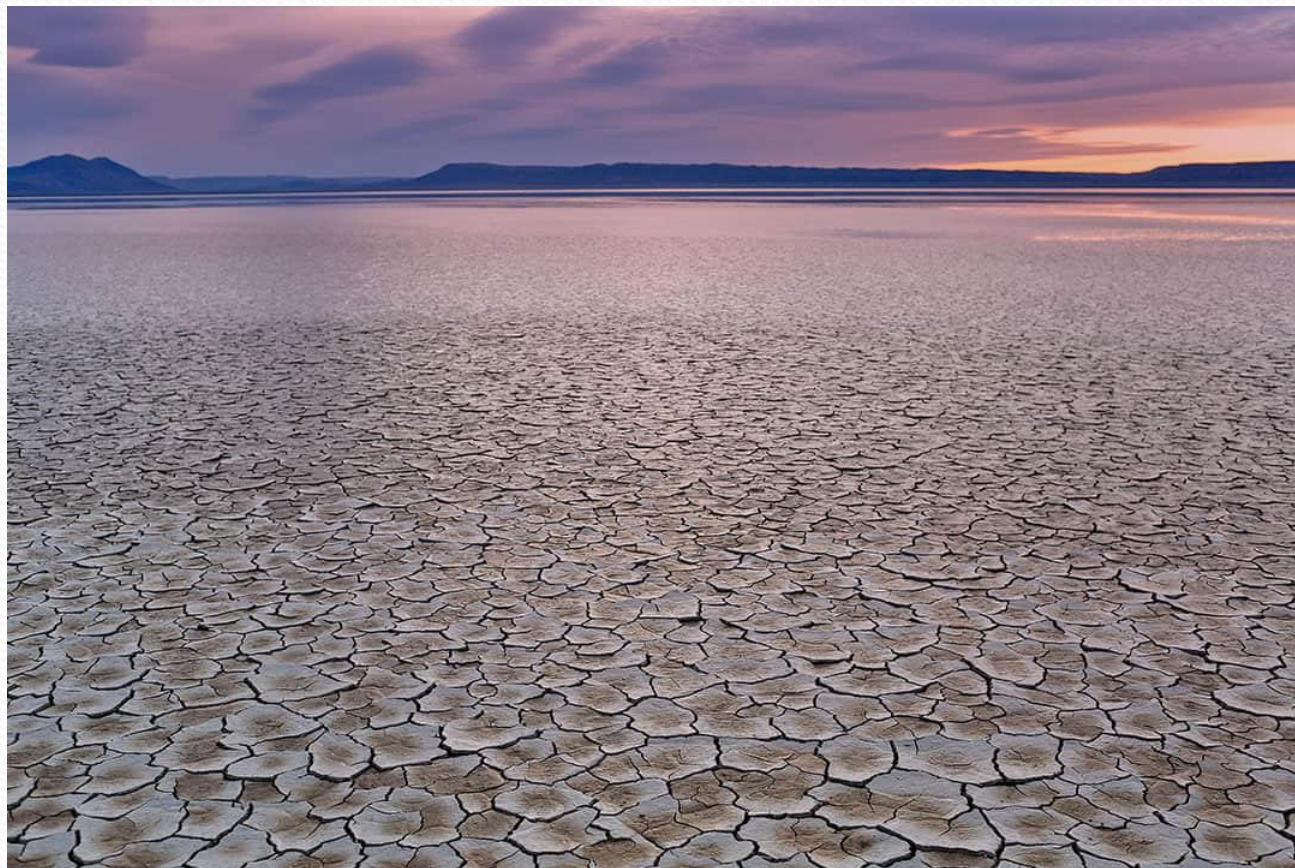
- A legnagyobb éghajlati hatás ami megváltoztathatja a vetőre nehezedő terhelést: a felszíni víz eső és hó formájában. Nyár elején több rengés van a korábban hóval borított hegyekben.





# Mi a helyzet az aszályokkal?

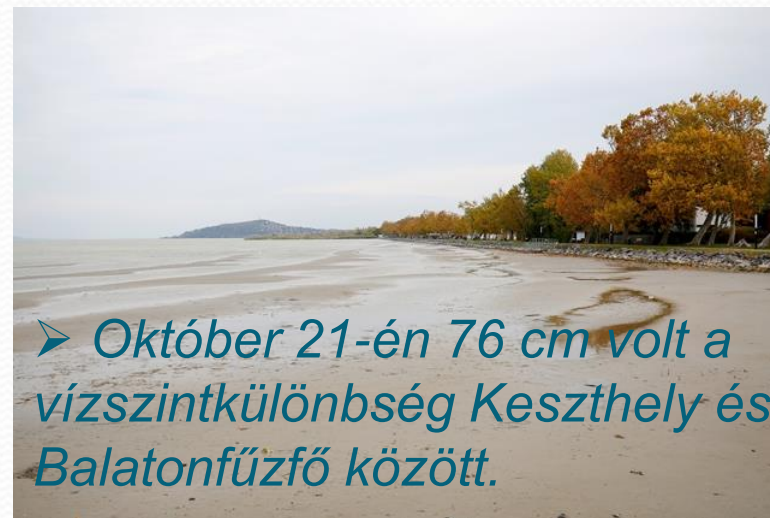
- A szárazság miatt a kéregre eső terhelés jelentősen megváltozhat.
- Oregonban és Washingtonban található nagy pontosságú GPS-hálózat alapján megállapították, hogy Sierra Nevada-ban 2011 és 2017 között az aszály idején a hegység majdnem 2,5 cm-rel megemelkedett. Majd magassága ennek felével csökkent, mikor ismét megjött az eső.
- A tanulmány nem vizsgálta kifejezetten a vetőzónákra gyakorolt lehetséges hatását a terhelés megváltozásának, de nyilván hatnak rájuk.





# Elfojtott földrengések

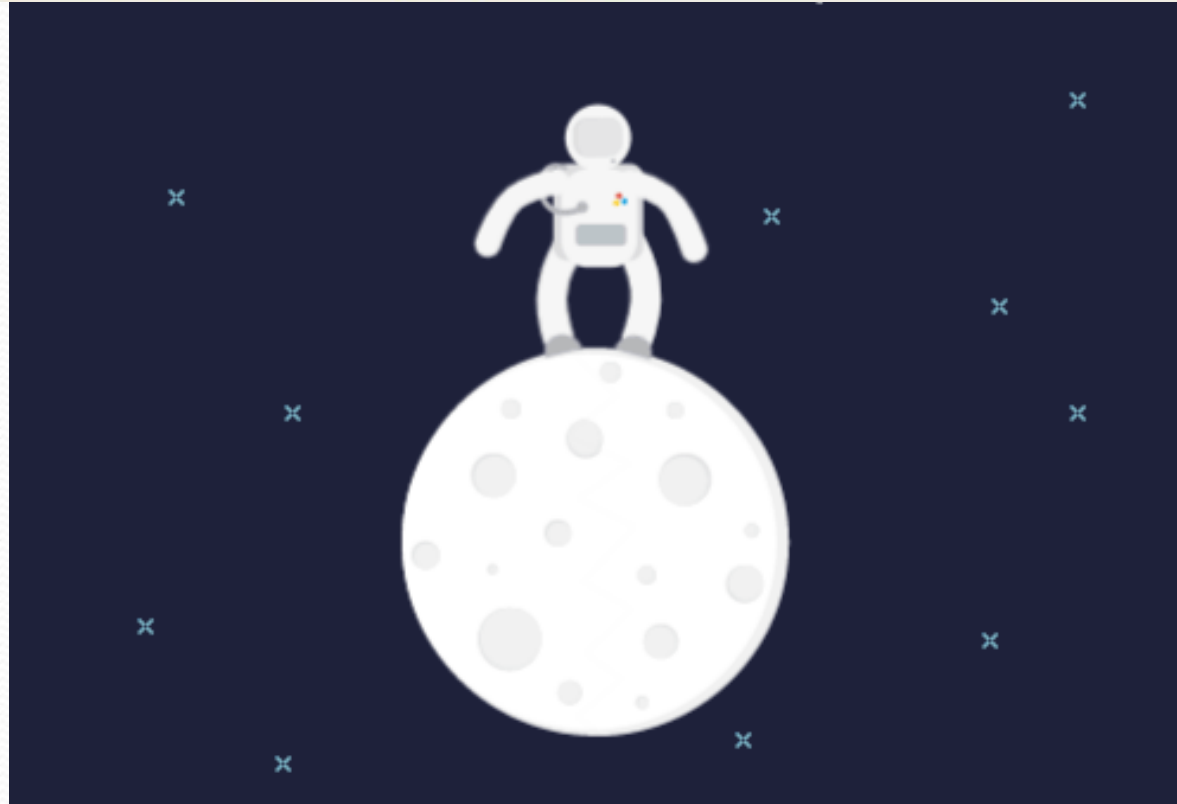
- A földtani szerkezeteket elválasztó törésvonalak menti relatív elmozdulások során rugalmas energia halmozódik fel. A földrengés akkor következik be, amikor ez az energia elér egy kritikus értéket és meghaladja a neki ellenálló súrlódási energiát. A Föld belsejében egy adott helyen az energia-felhalmozódás folyamata ki van téve a forráshoz viszonyítva külső indukáló hatásoknak is.
- Ahol a kőzetburok nagy nyomás alatt áll, majd geológiai értelemben hirtelen felszabadul a terhe alól, ott jelentős következményekkel lehet számolni.
- A jég/hó/víz tömege leszorítja és stabilizálja a kőzetburkot elfojtva a magmaképződést és a vulkánkitöréseket vagy a szeizmikus aktivitást a törésvonalak mentén. A nagy jégmezők elolvadásával földrengések pattanhatnak ki, és tűzhányók aktivizálódhatnak.
- Messze vagyunk attól, hogy előre meg tudjuk mondani, mikor válhat ki földrengést egy éghajlati változás.
- Hiába tudjuk, hogy valamely éghajlati folyamat potenciálisan befolyásolja a vetők feszültségviszonyait, nem ismerjük az adott vető lehetséges eltörési hajlandóságát.
- **DEMONSTRÁCIÓ**



➤ Október 21-én 76 cm volt a vízszintkülönbség Keszthely és Balatonfűzfő között.



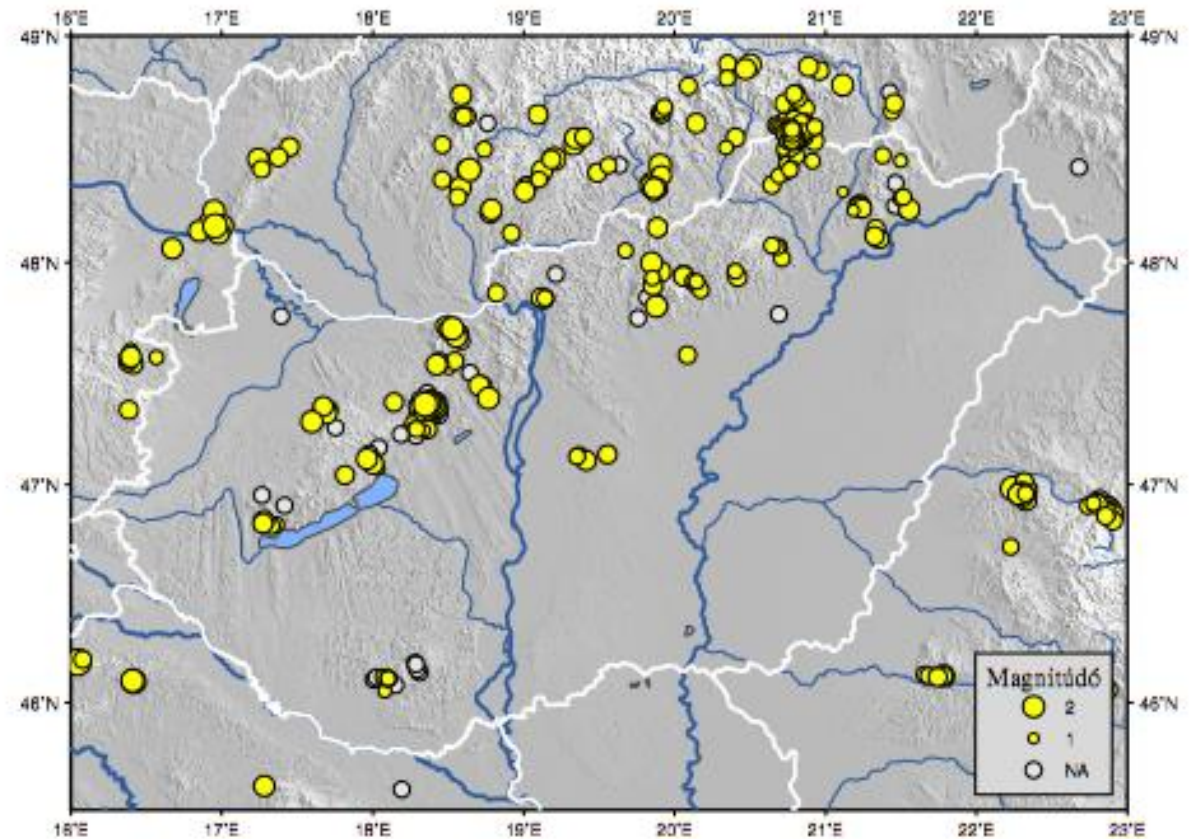
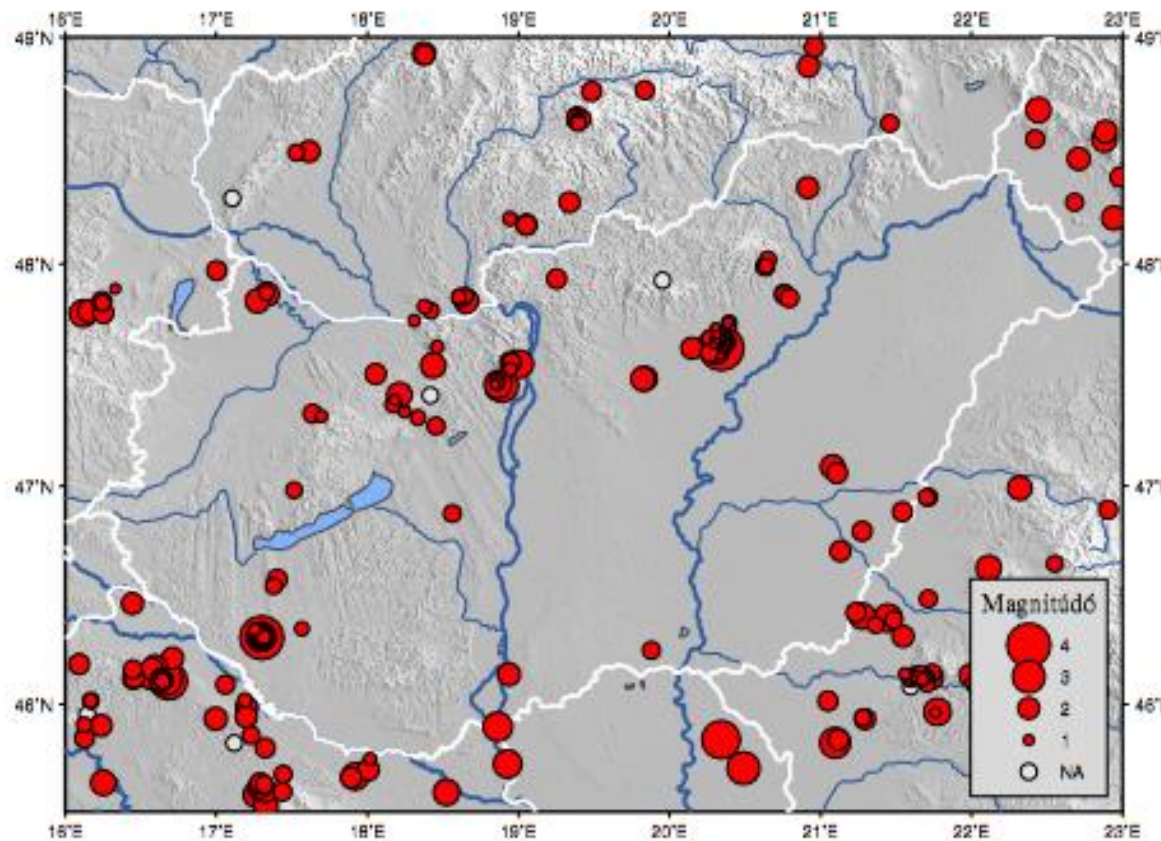
# Kövesligethy Radó Szeizmológiai Obszervatórium 1905-



***Köszönöm a figyelmet***



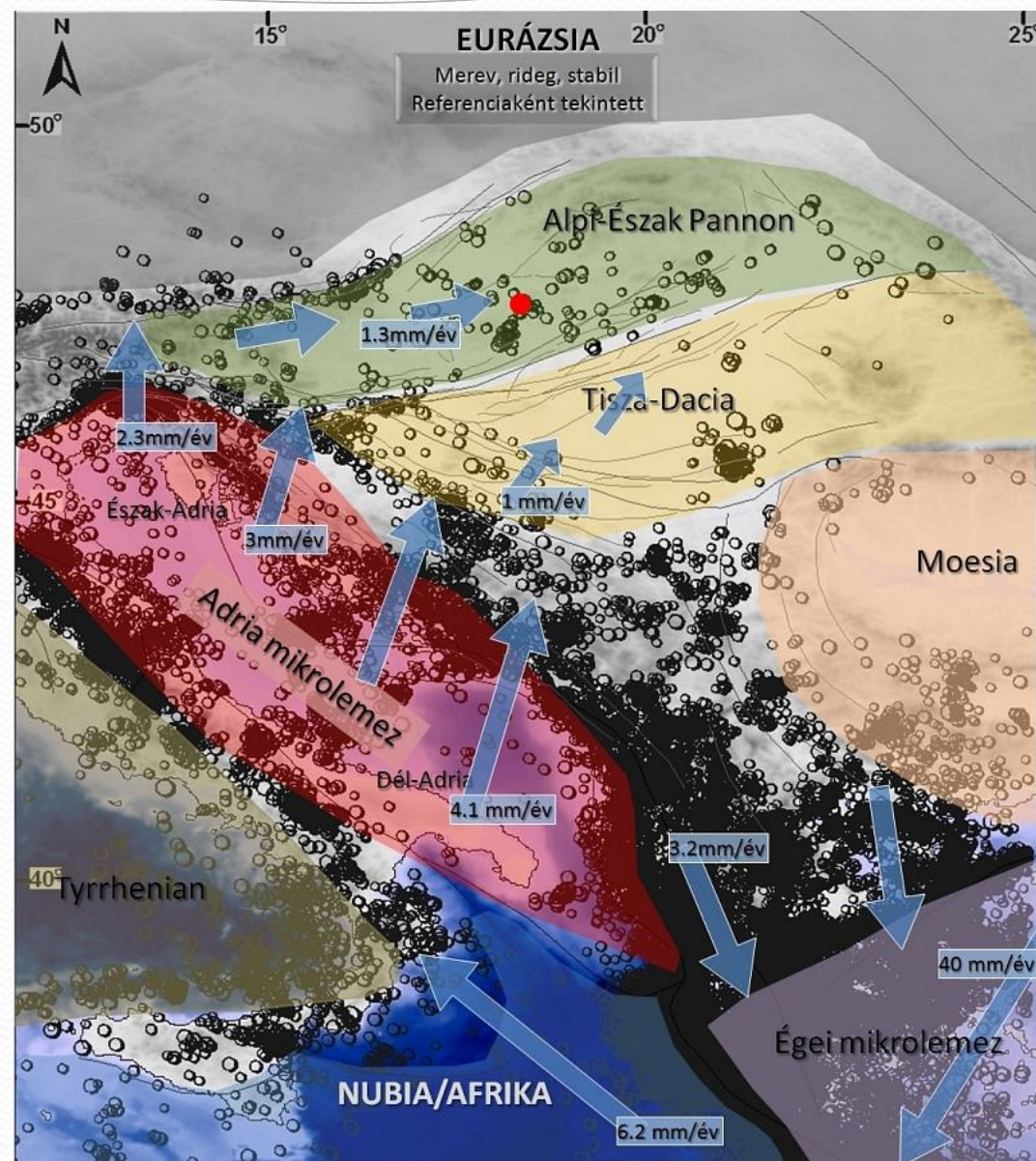
# 2019-ben katalogizált földrengések és robbantások





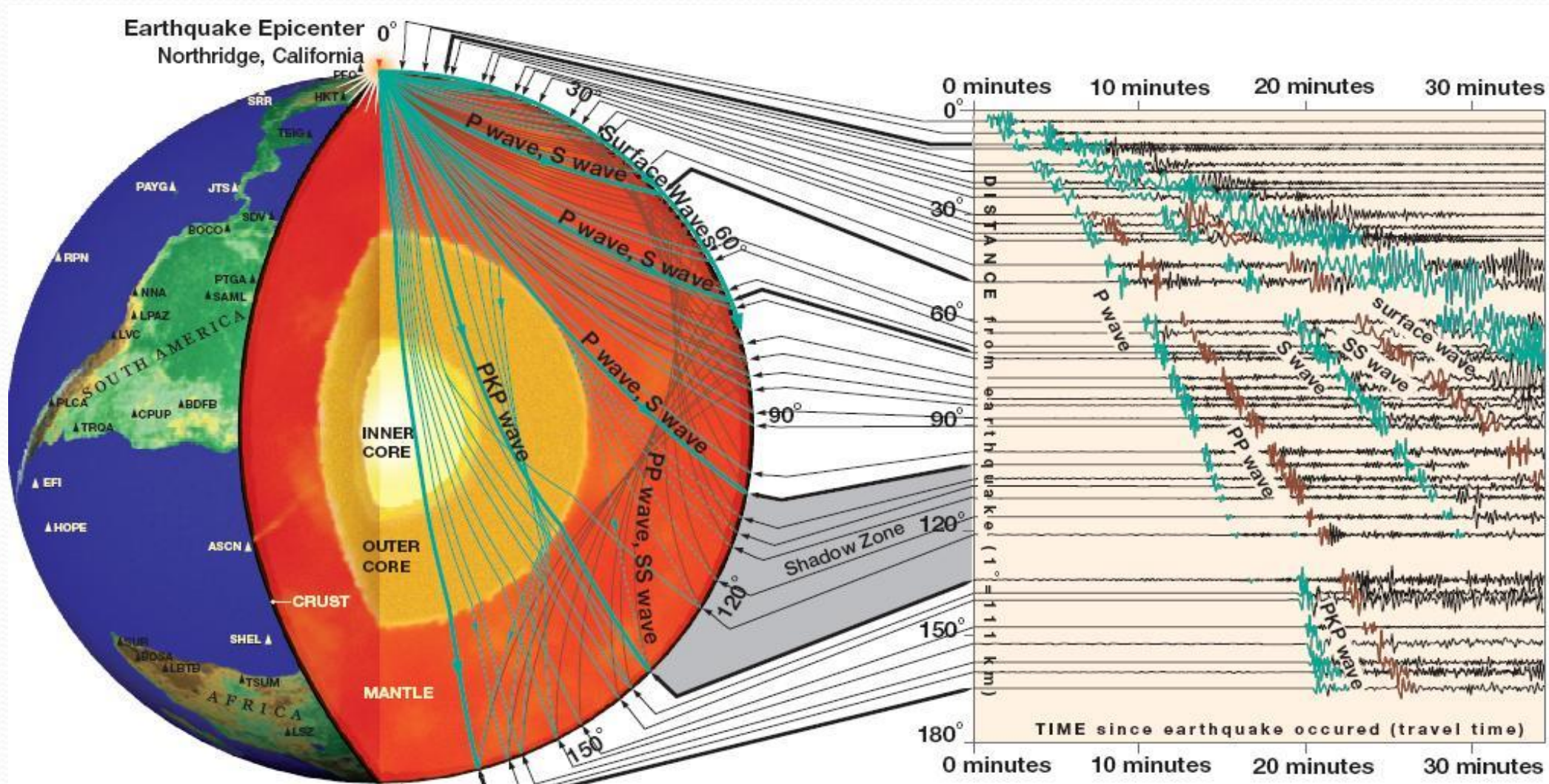
# Közeledik Afrika

- GPS mozgásvizsgálati hálózatok segítségével egyre pontosabban ismerjük a jelenkori kéregmozgásokat.
- Az Adriai-mikrolemez a térségünk jelenkori mozgásait meghatározó fő tektonikai elem, ami 2,5-4,1 mm/év nagyságú észak-északkeleti irányú mozgása nyomóhatást gyakorol a Pannon-medencére. Hazánk nyugati és északkeleti része 1,2 mm-rel közelebb kerül egymáshoz évente.
- 400-500 km széles, közel 30 km vastag kőzettömeget kell a tektonikus erőknek összenyomni.





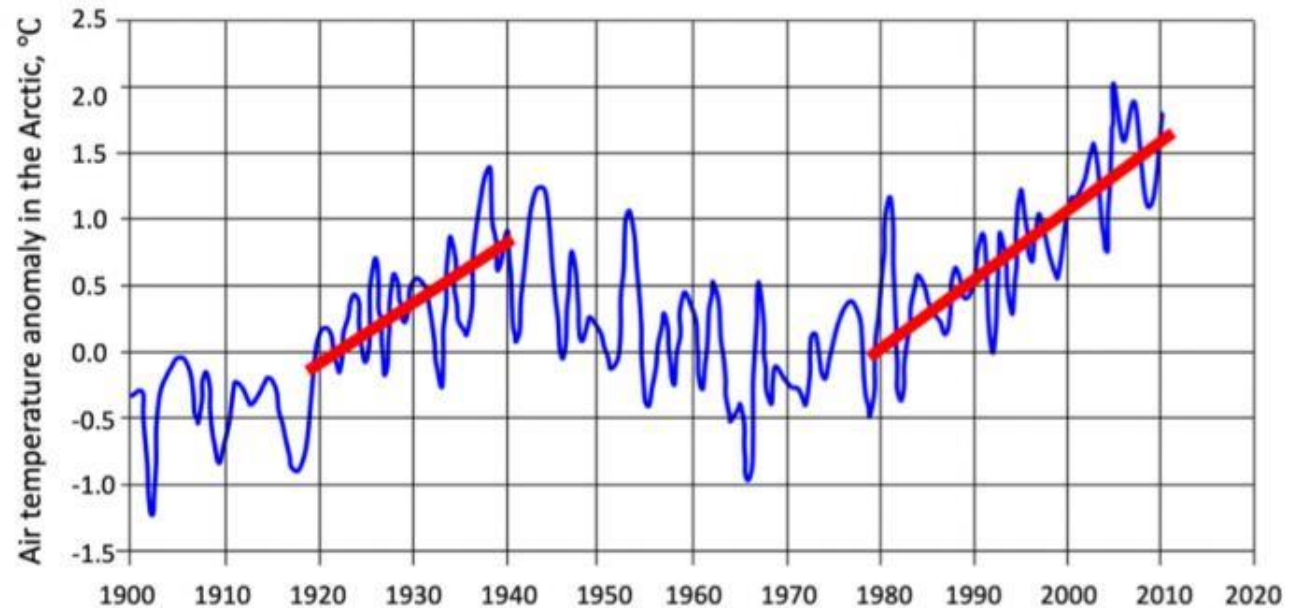
# Miről árulkodnak a rengéshullámok?





## Az Aleut-szigetek esete

- A globális felmelegedést valsz. emberi tevékenység okozza, ami növeli az üvegházhatású gázok koncentrációját a légkörben. Ez a nézet azonban nem magyarázza meg, hogy a hőmérséklet miért emelkedik néha meglehetősen hirtelen.



- A Geosciences 2020.07-ben megjelent cikke szerint a felmelegedést egy sor nagy földrengés válthatta ki. Az Északi-sarkvidéken az éghajlat felmelegedését előidéző egyik tényező a metán felszabadulása a permafrosztból a self zónában.
- Az Aleut -ív valóban két nagy földrengéssorozat helyszíne volt a 20. században, amik 15-20 évvel megelőzték a hirtelen hőmérséklet-emelkedést. A megzavart litoszférában a fagyott kőzetekből gáz kerül a vízbe és a légkörbe, ami az üvegházhatás miatt a hőmérséklet emelkedéséhez vezet.



# El Nino?

- A Csendes-óceán egyik régiójában (az Easter-mikrolemezen) mindig 20 centiméterrel csökken a lokális tengerszint az El Nino érkezése előtt, ezzel egyidejűleg megugrik a földrengések átlagos száma (2-ről 8-ra).
- Az El Nino megérkezésével azonban több centiméteres emelkedés mutatható ki, és a rengések száma visszaesik. Ha magasabb a vízoszlop, nagyobb tömeg terheli a kérget, és nagyobbak kell lennie annak a mélyből jövő nyomásnak, amely rengéshez vagy vulkanizmushoz vezethet.

